

# 생산 시스템

2023. 09. 28.

김현용

충북대학교 산업인공지능학과



---

생산과 생산운영관리

---

생산시스템(1) – 주문형태

---

생산시스템(2) – 설비 배치

---

생산시스템(3) – 작업자 배치

---

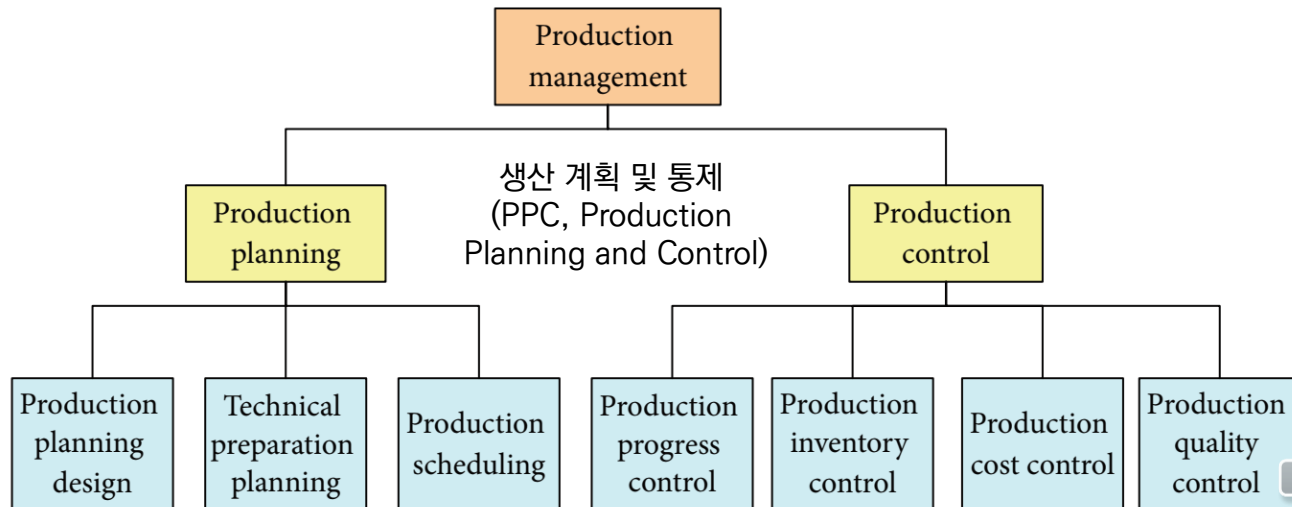


## ■ 생산 관리 (Production Management)

- 자동차, 조선, 반도체 등과 같은 제품을 만드는 과정, 즉 생산활동을 계획(planning)하고 통제(control)하는 방법
- 나중에는 제품뿐만 아니라, 서비스를 창출하는 생산/운영 관리로 개념이 확장됨

## ■ 생산/운영 관리 (Production and Operations Management)

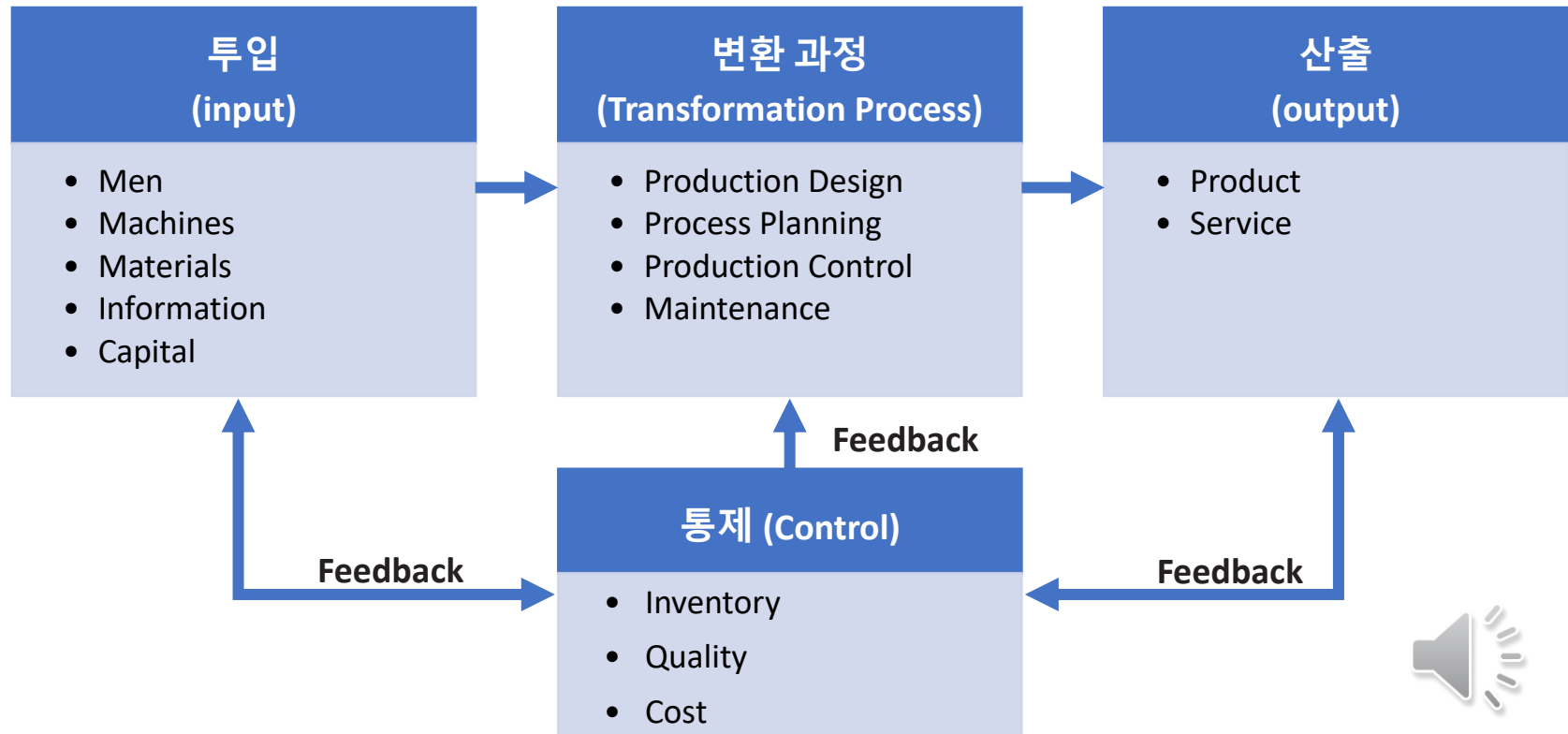
- 특정 자원으로부터 소비자를 위한 효용을 창출하는 모든 활동
- 제품 생산 시스템에 적용할 때에는 "생산 관리"라는 용어를 쓰고, 운송, 병원, 연구, 금융 등 서비스 시스템에까지 확장하여 사용 적용할 때에는 주로 "운영 관리 (operations management)"라고 부름



(Chang et al., 2013)

## ■ 생산(Production)의 3가지 기능

- 생산 기능 : 투입(input)을 산출(output)로 효과적으로 변환(transformation)하는 체계적인 과정(process)
- 설계 기능 : 생산을 위한 기술적인 정보를 취급하는 제품 설계와 공정 설계
- 관리 기능 : 원활한 생산을 위하여 각 단계를 계획(planning)하고 통제(control)하는 활동

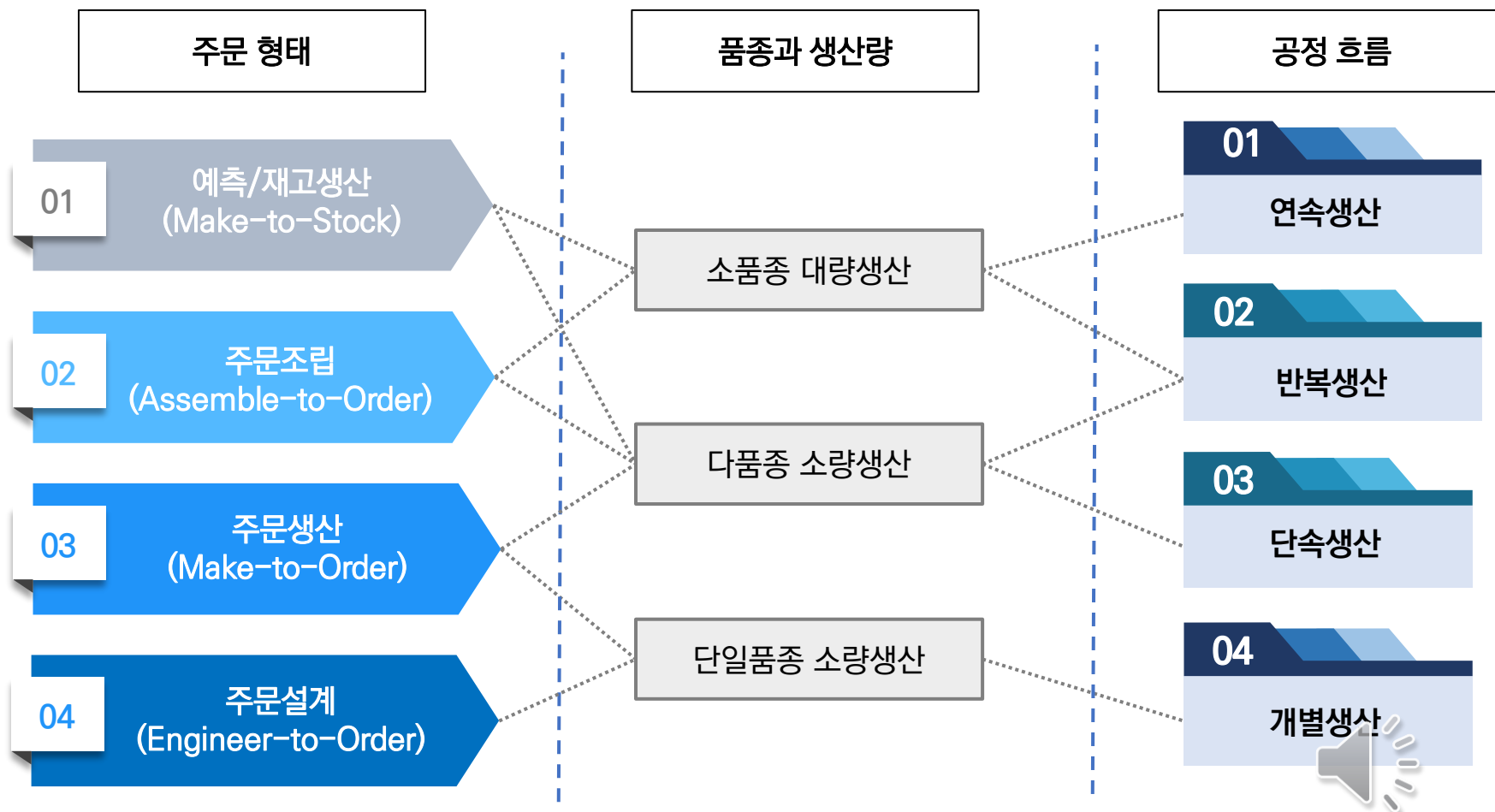


## ■ 경쟁우위 (competitive advantage)를 확보하기 위한 생산 전략

- 생산시스템이 경쟁력을 가지기 위해서는, 제품 및 서비스의 네 가지 측면에서 **경쟁적 우위** (competitive advantage)를 확보해야 함 → 기업의 여건에 따라 어떤 요소에 집중할지를 결정
- **원가 기반 전략** : 표준화된 제품을 대량으로 공급하거나, 일상용품과 같이 많은 기업이 생산하고 제품의 가치에 큰 차이가 없는 시장인 경우에 해당하며 경쟁이 치열함
- **품질 기반 전략** : 제품을 불량 없이 생산할 수 있는가를 의미하는 프로세스 품질(process quality) 과 제품이 소비자의 요구나 기대를 충족하는지를 의미하는 디자인 품질(design quality)로 구분
- **시간 기반 전략** : 고객이 원하는 제품을 얼마나 빨리 제조하고 배송해줄 수 있는가라는 생산 및 배송 프로세스, 즉 리드타임에 좌우. 예) 쿠팡, 마켓컬리
- **유연성 기반 전략** : 다품종 소량생산 시대의 시장 요구에 맞게 다양한 제품을 공급하고 시시각각 변화하는 수요 변동에 유연하게 대처할 수 있는 능력

원가 (Cost)	품질 (Quality)	납기 (Delivery)	유연성 (Flexibility)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 저원가 생산 (low cost)</li> <li>• 고수율 생산 (high yield)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 고성능 품질 (high-performance design)</li> <li>• 일관된 품질 (conformance to specifications)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 빠른 신제품 개발 (time-to-market)</li> <li>• 빠른 인도시간 (delivery speed)</li> <li>• 적시 인도 (on-time delivery)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 설계 유연성 (design flexibility)</li> <li>• 품목 유연성 (product flexibility)</li> <li>• 수량 유연성 (volume flexibility)</li> </ul>

## ■ 생산시스템의 유형



## ■ Push 생산방식 – 예측생산

- 기업이 수요 예측을 기반으로 제품을 생산하고 재고를 유지하면서 판매하는 방식 → 생산효율 극대화
- 제품의 재고량이 많아지는 경향이 있고, 고객 수요와 실제 판매량에 대한 **정확한 수요 예측**이 중요
- 일반적으로 예상치 못한 수요 변화 가능성이 낮은 상품을 생산하는 데 사용 예) 식품 부문, 제약 부문 등

## ■ Pull 생산방식 – 주문생산

- 자재만 준비하고 있다가 고객 주문이 들어오면 제품을 생산하는 방식 예) JIT(Just-In-Time) 제조  
→ **납기(리드타임)**을 줄이기 위한 생산 자동화, 부품 표준화 등이 중요
- 고객 주문을 기반으로 생산이 이루어지므로 재고량을 최소화하고 **신속하고 유연한 고객대응**이 중요

공급자 주도

Production Approximation

Anticipated Use

Large Inventory

Risk of Waste

Poor Communication

Production Precision

Actual Use

Low Inventory

Lower Waste

Better Communication

# Push Vs. Pull

고객 주도

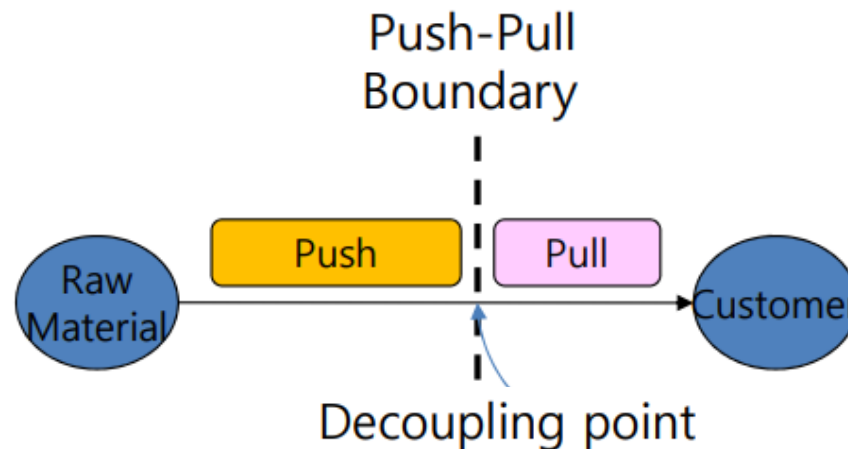


## ■ Push-Pull 생산방식 (혼합)

- Push + Pull (= Pull Postponement)
  - 초기 활동은 Push, 공정의 후반에는 Pull → Push-Pull Boundary (밀당 경계), Decoupling point (분리점)
  - Risk Pooling : 개별 예측보다는 전체 예측이 정확 → 부품 수요(재고)는 완제품에 비해 불확실성이 적다.

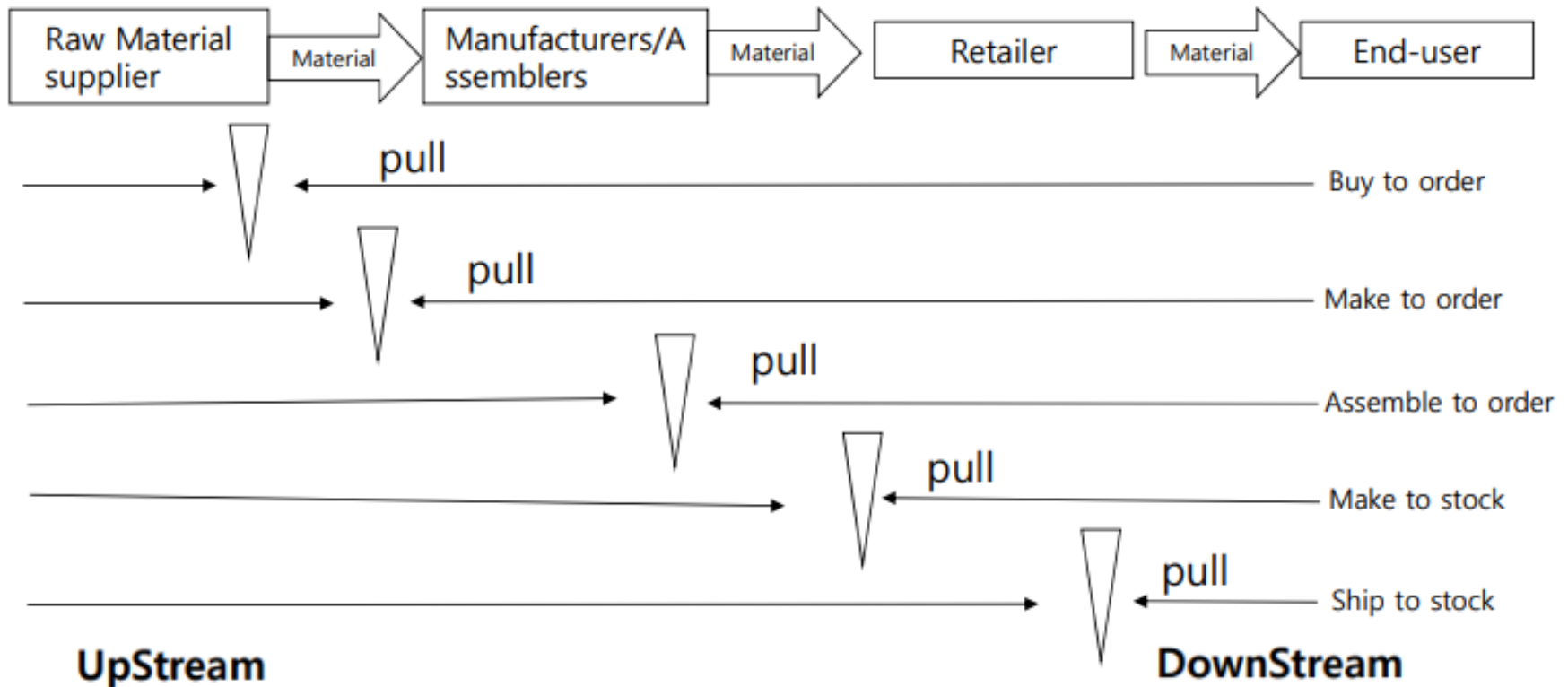
## ■ 예시

- 만들어 놓고 파는 PC → Push System
- 부품은 예측에 기초해 재고로 보유하면서 주문을 받으면 조립하여 납품 → Push-Pull System
  - Push-Pull Boundary : 조립 시작 시점





## ■ Decoupling point (분리점)

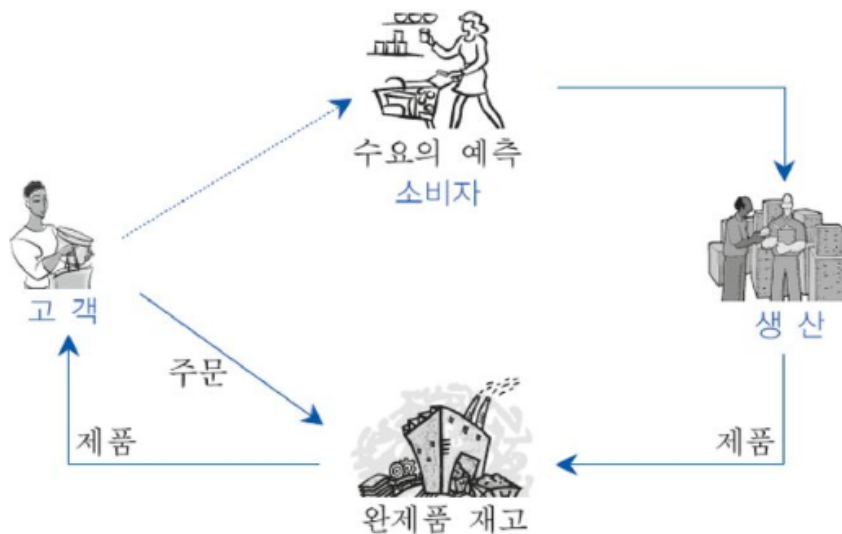


A stockholding Decoupling Point depends on the longest lead time that end-user is prepared to tolerate and the point at which variability in product demand dominates



## ■ 예측/재고생산방식 (Make-to-Stock: MTS) : Push 시스템

- 계획에 따라 먼저 생산해두고 고객에게 전달하는 방식 (예시: 생필품, 가전제품, 스마트폰, TV 등)
- 수요예측에 의해 생산된 제품은 고객의 수요가 발생하기 이전에 완료되어 일단 완제품으로 보관되었다가 고객 수요가 발생할 때 고객에게 전달됨
- 장점 : 효율적 생산시스템 구축 가능. 대량생산(mass production)에 유리, 규모의 경제(economy of scale) 획득 (대기업)
- 단점 : 예측 대비 수요가 크면 품질로 인한 기회 손실, 수요가 작으면 재고 증가 및 제품 진부화



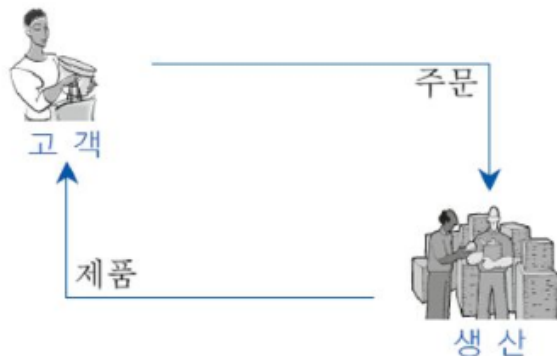
### 재고생산(MTS)

- 표준화된 제품 생산 → 재고 유지 → 판매
- 생산계획에 의해 운영되는 Push System
- 표준화된 제품의 대량생산
- 수요예측과 재고관리, 유통시스템이 중요



## ■ 주문생산방식 (Make-to-Order : MTO) : Pull 시스템

- 고객의 주문 발생시 생산을 시작하는 시스템 (예시: 맞춤형 제품, 금형, 주택 등)
- 고객 주문 전에는 자재와 부품 형태로 재고를 보유하고 있다가, 주문 발생시 주문 내역에 맞추어 제품을 생산하여 고객에게 전달함
- 장점 : 고수준의 고객 맞춤생산이 가능하며 평균 재고수준 및 악성재고 저하
- 단점 : 수요예측이 어려움, 리드타임이 존재하므로 고객 허용 시간 내에 생산완료 가능한 제품만 가능.  
규모의 경제 획득이 어려우므로 생산비용 증가 (중소기업)



### 주문생산(MTO)

- 주문 = '고객과의 접점'
- 고객주문에 의해 운영되는 Pull System
- 다품종 소량/중량생산
- 납기준수가 중요

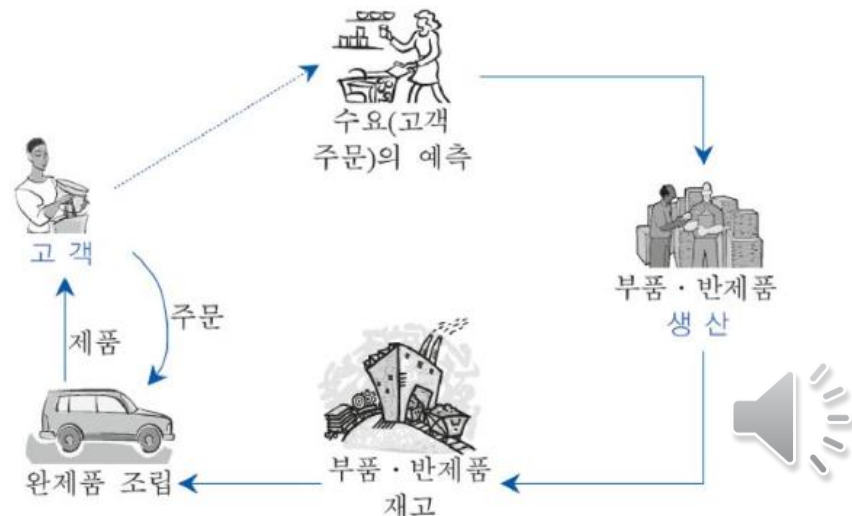


## ■ 주문조립방식 (Assemble-to-Order : ATO) : Push-Pull 혼합 생산 시스템

- 다양한 조합으로 결합이 가능한 반제품을 예측 생산하여 재고로 유지하다가 고객 주문이 발생하면 이들을 고객 요구에 맞게 결합하여 완제품을 제공함
- 고객 주문 이후에 고객이 허용할 수 있는 리드타임 내에 완제품 생산(조립)이 가능해야 하며, 반제품은 쉽게 결합될 수 있도록 모듈(module) 형태로 표준화되어 있어야 함
- 장점 : 개별 완제품의 수요 변동이 크더라도 이들의 합인 공통 모듈의 수요 변동이 적어지는 “리스크 풀링(risk pooling)” 효과가 있음. 이로 인해 공통 모듈에 대한 “총괄 수요(aggregated demand)”는 비교적 정확하게 예측이 가능함. 반제품이 여러 품목에 사용될 수 있어서 악성 재고의 위험이 적음. 공통 모듈을 통하여 적절히 맞춤화된 제품을 효율적으로 대량 생산하는 “대량 맞춤화(mass customization)”가 가능함
- 예시: 자동차, 가구, 조립형 PC 등

### 조립생산(ATO)

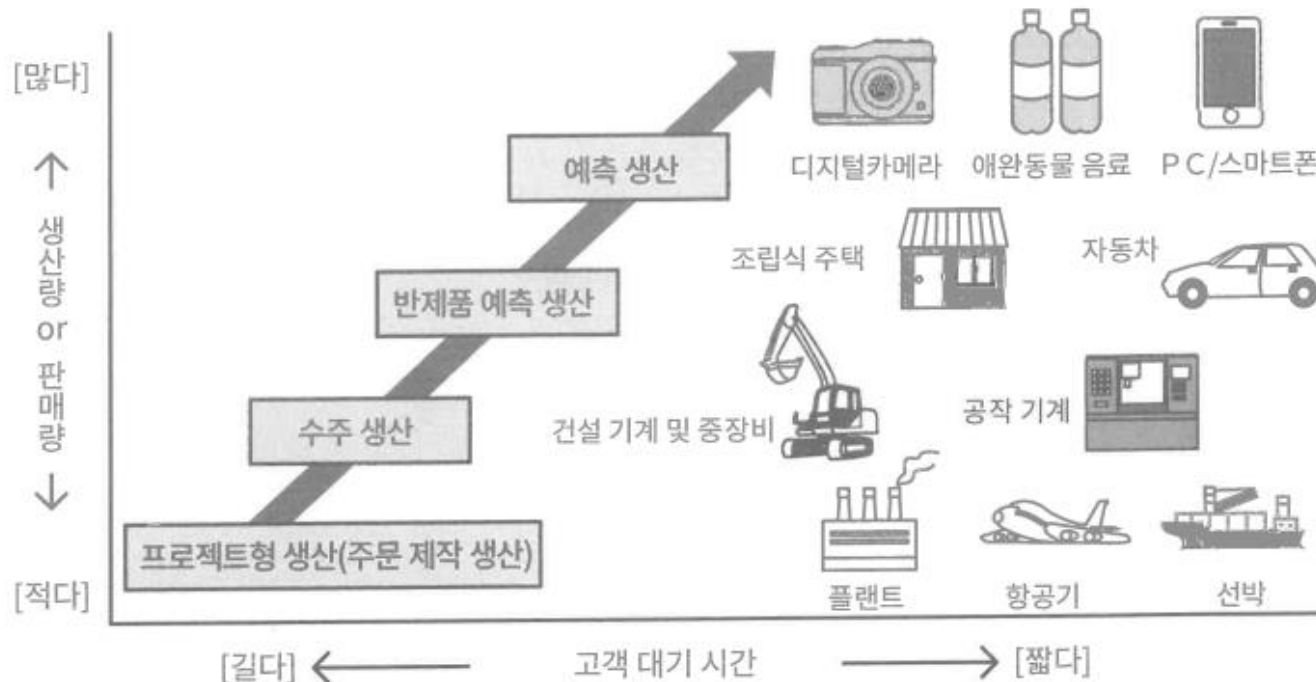
- 반제품 예측생산 → 주문확정 → 조립
- 혼합형 생산방식
- 자동차 조립
- 리드타임 감소



## ■ 주문설계방식 (Engineer-to-Order : ETO) : 극단적인 Pull 시스템

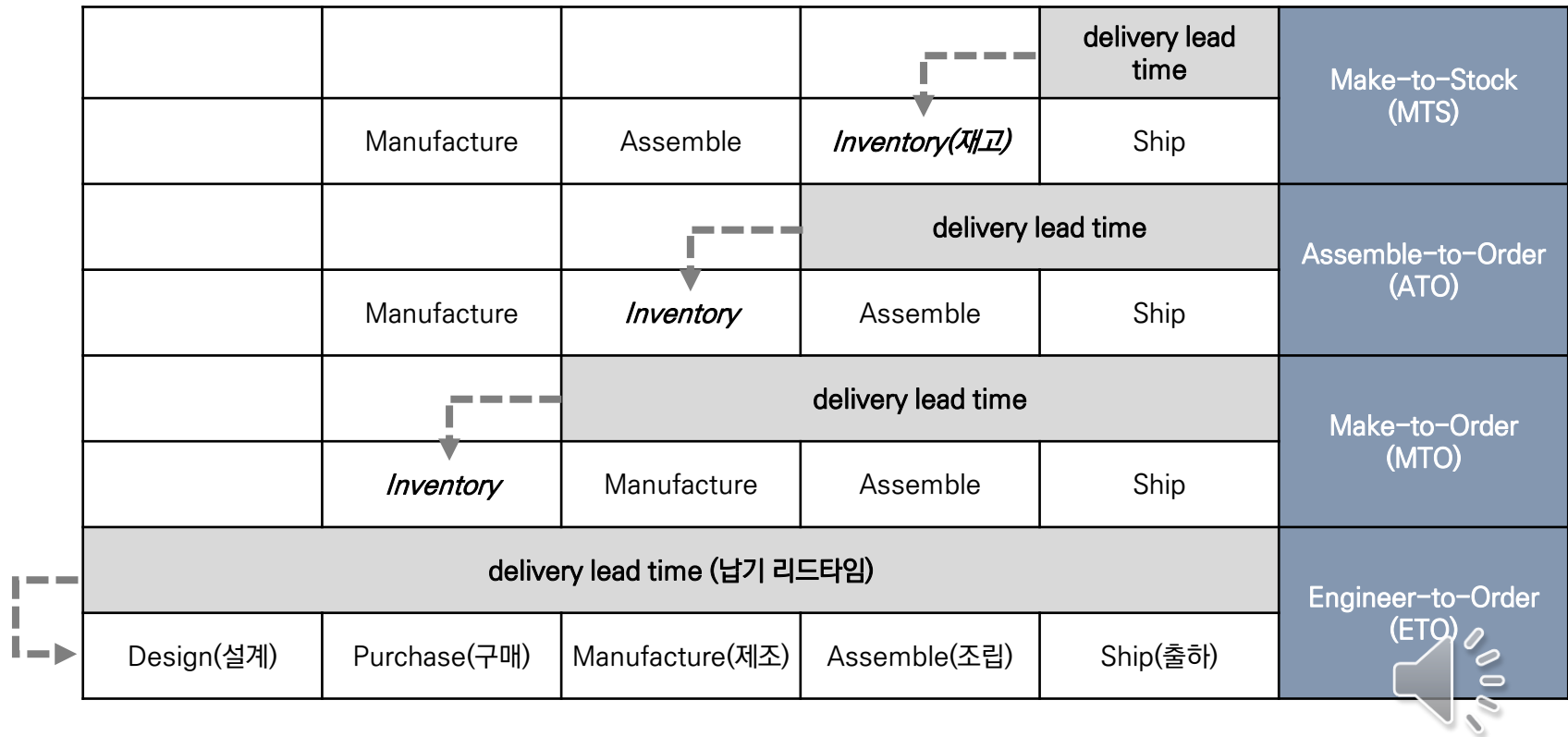
- 고객의 주문 발생시 제품의 설계부터 수립하는, 고객과 함께 설계하는 극단적인 고객 맞춤형 생산시스템
- 예시: 조선업, 항공제작업, 건설업 등

## ■ 생산방식의 제품 예



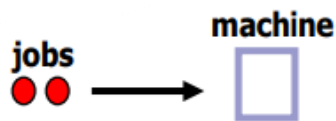
## ■ 주문 형태에 따른 생산전략 및 리드타임

- 고객 주문 발생시 생산시스템의 어느 단계부터 시작하느냐에 따라 구분
- ETO → MTO → ATO → MTS로 갈수록 대량생산이 용이하고, 고객 맞춤화(customization)은 더 어려워짐



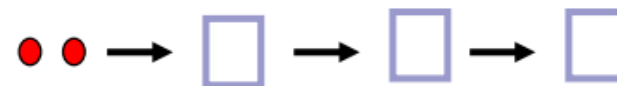
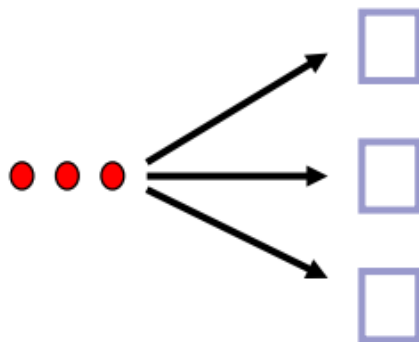
## ■ 설비 배치에 따른 생산시스템

- 생산활동에 사용되는 자원의 유형과 생산에 필요한 설비의 배치에 따라 구분
  - Single machine, Parallel machine
  - Flow Shop : 자동차 조립공장처럼 전문화된 절차에 따라 생산자원이 배열되는 프로세스
  - Job Shop : 서로 다른 흐름순서를 갖는 다양한 제품을 제작하는 유연한 프로세스
- 대부분은 Job Shop과 Flow Shop의 두 극단 사이에 존재함

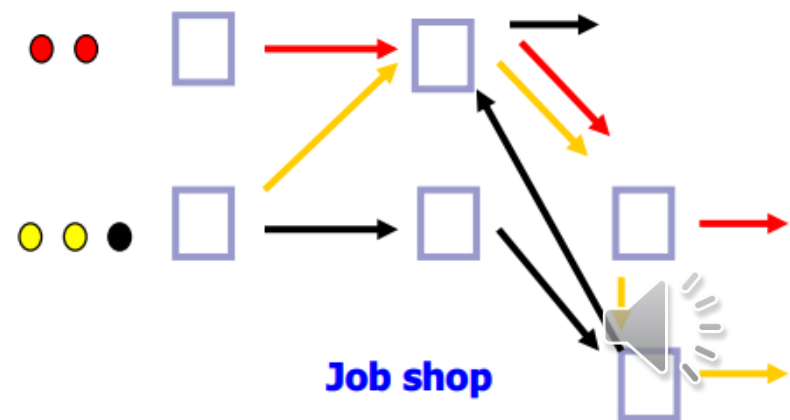


Single machine

Parallel machines



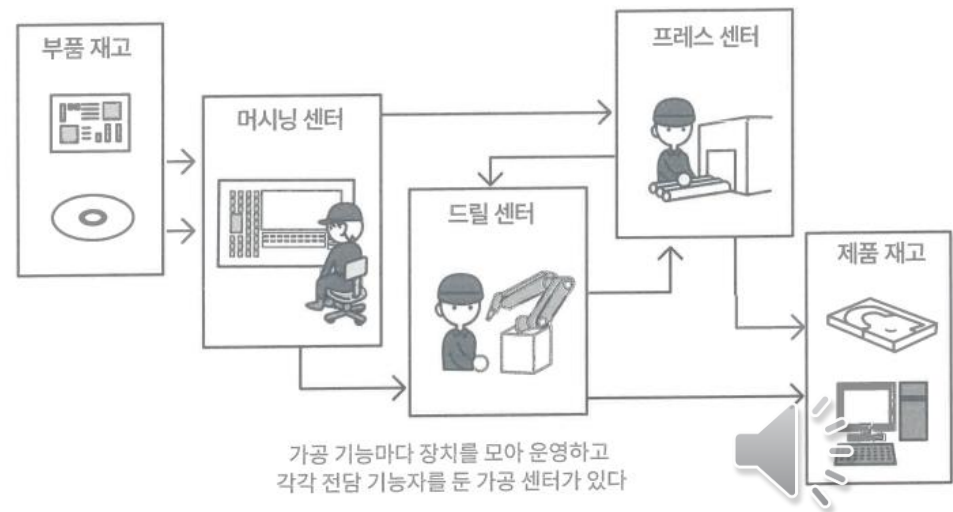
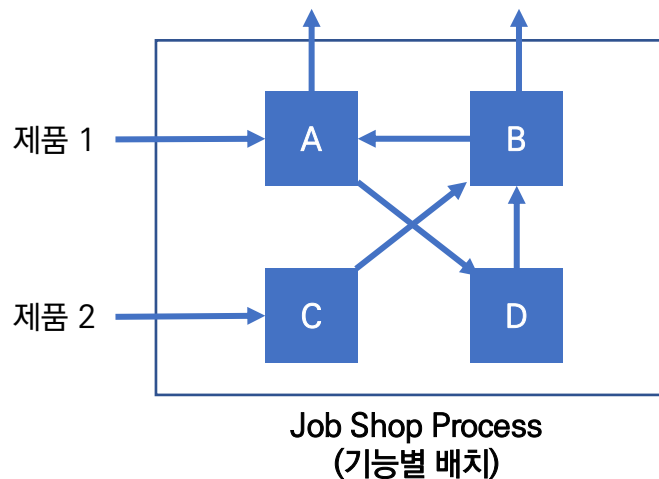
Flow shop



Job shop

## ■ 잡 샵 (job shop), 작업장(workcenter)

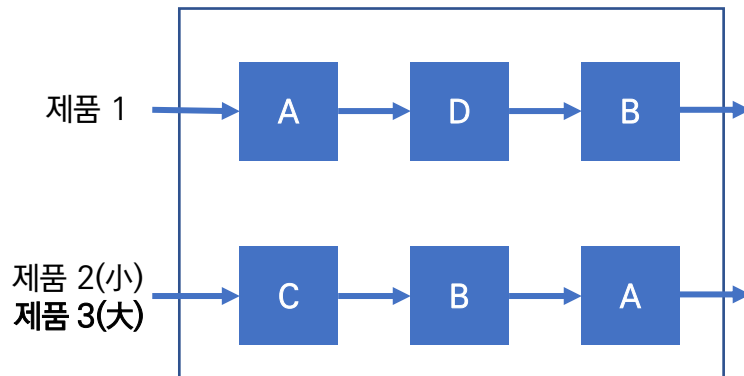
- 비슷한 장비나 기능을 한 곳에 배치함 → 기능별 배치(functional layout) 또는 프로세스별 배치(process layout)
- 표준공정도(routing)에 따라 A 작업장에서 B 작업장 등으로 부품이 이동하면서 최종적으로 제품이 완성됨
- 장점 : 범용 설비를 활용하여 다양한 제도가 가능하고 작업장별 **한정된 전문인력**으로 공장 운영 가능
- 단점 : 처리능력이 부족하여 대기가 발생하면 리드타임이 길어지고 여유가 많으면 가동률이 떨어지고, 제품이나 작업 변경(job change)으로 인한 준비(setup) 시간이 필요하여, 생산시간 손실이 발생
- 중소기업의 다품종 소량생산에 적합하며, **유연성이 높은** 반면 흐름시간은 길다.





## ■ 플로우샵 (flow shop), 조립라인 (assembly line)

- 제품이 만들어지는 가공순서에 따라 해당 설비를 일직선으로 배치 → **제품별 배치(product layout)**
- 작업을 정확하고 빠르게 수행할 수 있는 전용 설비를 사용하여 **표준화된 제품을 대량생산**
- 전용 설비와 반복작업을 통해서 훈련된 작업자의 숙련된 기술로 **품질의 일관성 유지**
- 공장 및 **설비투자**에 높은 고정비를 필요로 하지만, 고정비는 대규모 생산단위로 분산되어 규모의 경제 (economy of scale)를 획득
- 생산자원의 배치가 제품에 특화되어 유연성은 떨어지지만, 일관된 품질의 제품을 대량으로 저렴한 원가에 짧은 시간에 생산해 낼 수 있는 산업혁명의 결정체임. 예) 1913년 포드사의 자동차 조립라인
- 초기에는 수요가 적고 자본이 부족하여 job shop 형태를 취하지만, 수요가 증가함에 따라 flow shop으로 발전



Flow Shop Process  
(제품별 배치)



## ■ 컨베이어(conveyor) 생산 → 라인(line) 생산라인

- 제조 작업을 여러 개의 단순작업으로 분해해 컨베이어 주변에 배치된 작업자가 이동하는 제품에 대해 자신의 할당 작업을 차례로 실시하는 것
- 낮은 인건비로 운영이 가능해서 저가의 표준화된 제품의 대량생산에 적합

## ■ 셀(cell) 생산 → U자형 생산라인

- 소품종 대량생산 (단가)과 다품종 소량생산(유연성)의 장점을 살린 혼합생산방식
- 제조셀 : 부품이나 부품군의 생산에 필요한 서로 다른 기계들을 작업순서에 따라 구성한 생산기본조직
- 작업자의 다기능공화 및 직무 구분의 완화로 노동력 유연화와 기계설비의 합리적 배치(U자형 생산라인)가 중요



## ■ 삼성전자, “셀방식으로 생산성 30% 높였어요“ (매일경제, 2011-01-12)

사맥스는 일렬로 길게 늘어선 컨베이어 벨트 방식을 걷어내고 2008년부터 셀 방식을 본격 도입했다. 선(線) 구조가 아닌 벌집 모양의 셀을 작업 단위로 하고 2인 1조 혹은 1명이 TV 부품의 조립과 검사 작업을 한꺼번에 수행한다.

김 법인은 "컨베이어 벨트는 1~2명만 속도가 떨어져도 전체 라인의 생산성이 떨어지지만 셀 방식하에서는 개인 역량을 최대한 발휘할 수 있다"고 설명했다.

셀 방식 채택으로 제조 공정이 줄어든 대신 생산량은 30% 이상 증가했다. 생산성이 한층 개선되면서 4700명에 달했던 현지 인력이 3100여 명으로 줄었다. 직원들의 애사심도 높아져 2007년 7%에 달한 퇴직률이 1.2%(2010년)로 뚝 떨어졌다.



멕시코 티후아나시에 위치한 삼성전자 TV 생산법인 '사맥스(SAMEX)'의 생산라인에서 현지 직원이 LED TV 품질 검사를 하고 있다



## ■ 토토(주), 일본

- 1917년 설립, 직원 28,148명
- 주요 제품 : 화장실 변기 등 위생도기 제작 (세계 4위)
- 검사의 효율화
  - 검사원 인증제도
  - Cell 방식 : “기계처럼 일한다.” – 소리(망치), 크랙(마킹), 측정 등



# 감사합니다

## Q & A

