

# 개인화 제조를 지원하는 스마트 SCM: FaaS 사례

정병도<sup>1)</sup>, 김성일<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> 연세대학교 산업공학과, bd.chung@yonsei.ac.kr

<sup>2)</sup> 성균관대학교 산업공학과, sung1eo@skku.edu

2017. 6. 2. 한국SCM학회 춘계컨퍼런스

## Acknowledgements

This work was supported by the ICT R&D program of MSIP/IITP.[“B0364-15-1008”, “Development of Open FaaS IoT Service Platform for Mass Personalization”]

# Table of Contents

- Introduction
- Literature Review
- Problem Definition
- Computational Experiments
- Conclusion
- References

# Introduction

- 제조업의 변화 패러다임

- ✓ 기존 제조업 환경

- 대량생산(mass production)에 초점을 맞춘 공급사슬이 운영되었음
    - 고객의 개인화된 요구사항에 맞춘 개인화된 공급사슬을 제품마다 제공하는 것은 기존 제조업에서는 불가능하였음(Schuh, et al., 2011)
    - 각 개인화된 제품을 효율적으로 생산하기 위한 새로운 접근방법이 필요함

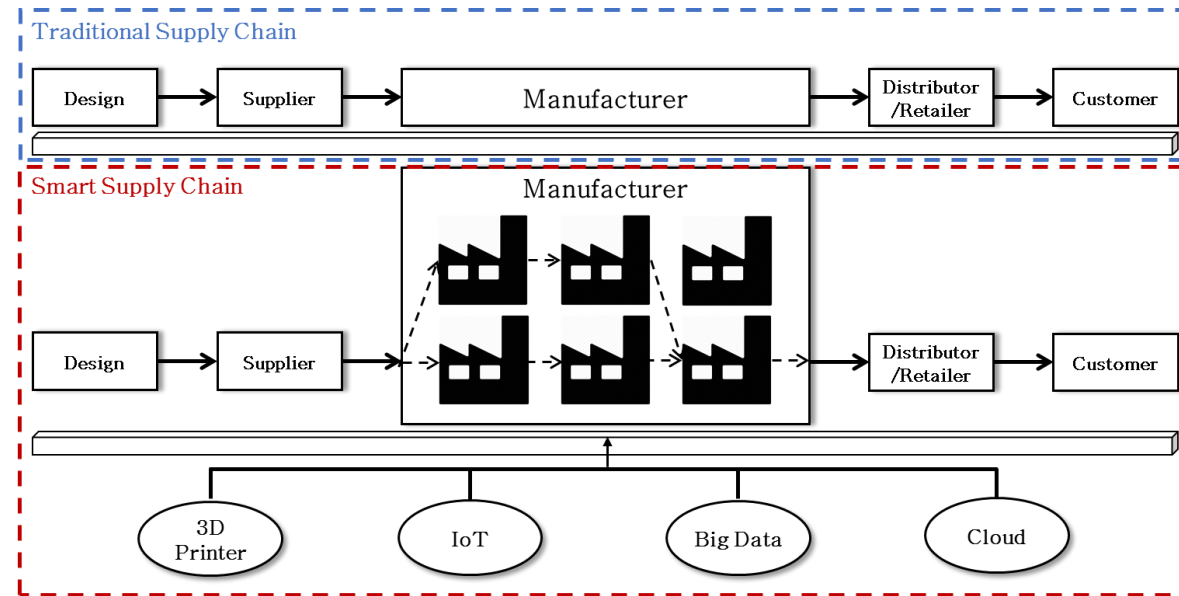
- ✓ 커넥티드 스마트팩토리 환경

- Smart sensor(IoT, RFID), Big data analytics, Cloud 등의 새로운 기술들이 반영됨
    - 네트워크에 속한 공급자, 공장, 고객이 클라우드를 통해 연결된 환경을 의미함
    - 클라우드 시스템을 통해 공급사슬의 더 나은 계획과 협력이 가능하게 됨 (Radke and Tseng, 2015)

# Introduction

## ■ Smart Supply Chain (스마트 공급사슬)

✓ 특성



- 개인화된 제품의 작은 수요에 유연하고 빠르게 대응할 수 있는 공급사슬을 의미함
- 제품의 생산과 배송이 끝난 이후에는 다시 분해될 수 있는 유연한 특성을 가져야 함

# Introduction

- 연구 목적

- ✓ 클라우드 기반의 환경을 기반으로, 새로운 설비(3D 프린터)와 센서(IoT)를 통해 공장의 현황을 실시간으로 파악할 수 있는 커넥티드 스마트팩토리 환경에서의 연구를 다룸
- ✓ 기존에 진행된 문헌 분석을 통해 스마트 공급사슬의 개념을 정의하고, 새로운 환경에서의 공급사슬이 가질 수 있는 유연성을 정리함
- ✓ 개인화된 제품을 생산하기 위해 사용될 수 있는 스마트 공급사슬을 설계하고 운영할 수 있는 2단계 수리모델을 개발함

# Literature Review

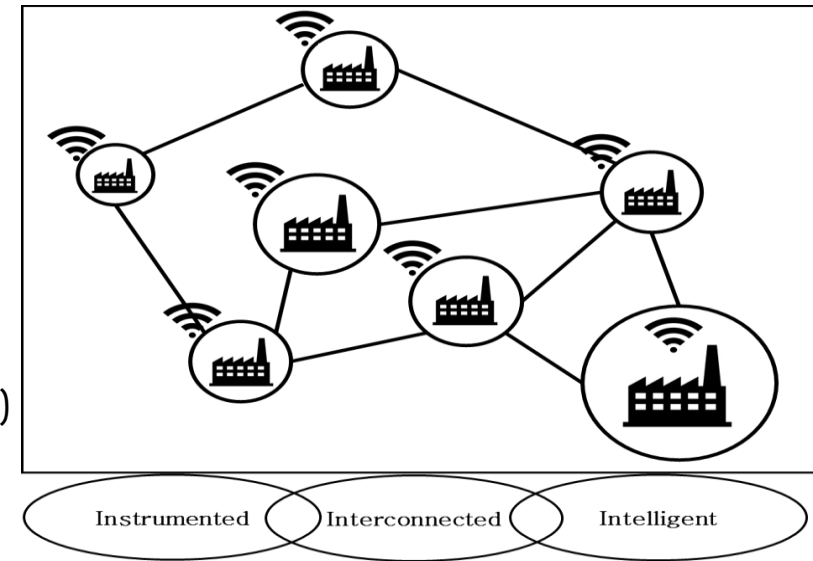
## ■ 스마트 공급사슬의 개념

### ✓ 정의

- 새로운 기술(IoT, 3D Printer, 통신 기술)을 통해 하나의 공장에서 네트워크에 존재하는 다수의 공장을 고려한 상호 연결된 시스템적인 공급사슬을 의미함 (Wu et al., 2016)

### ✓ 역량

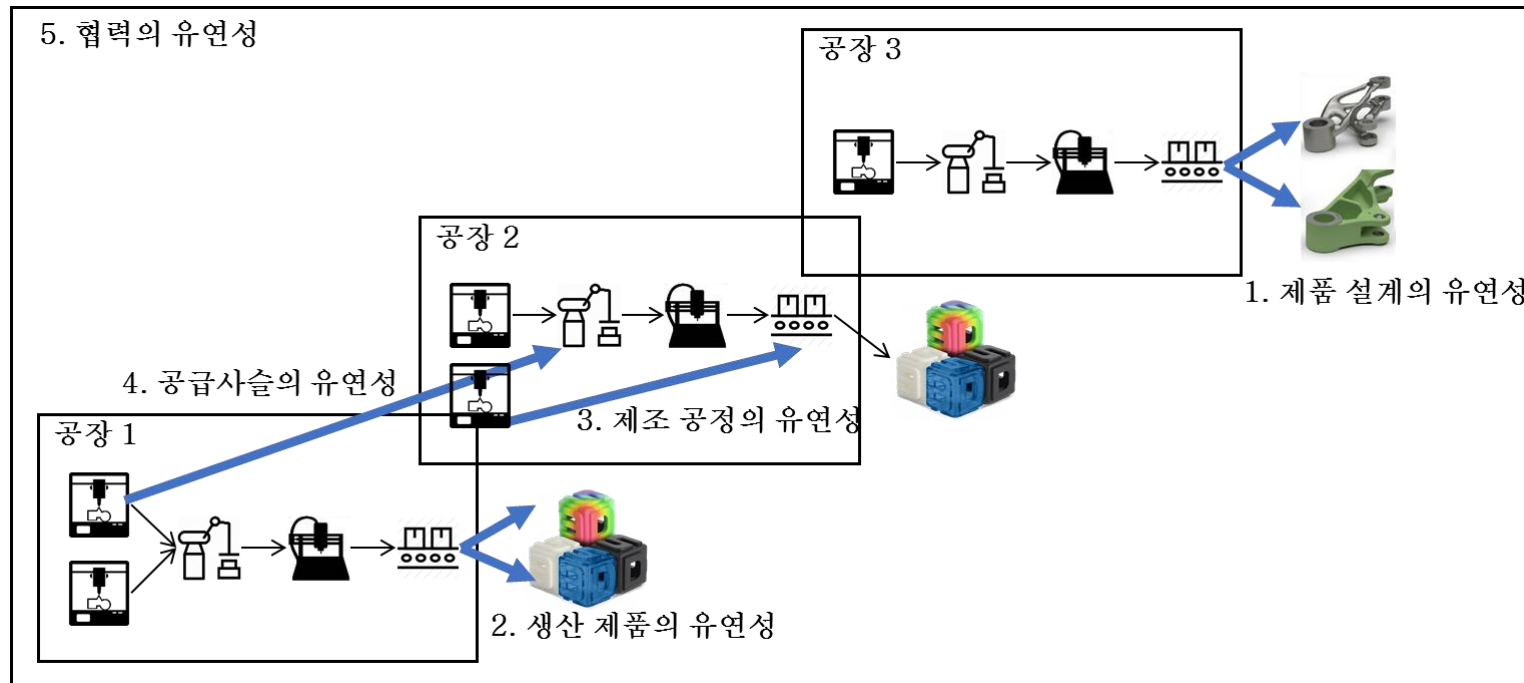
- 통합된 네트워크를 사용하여 개인화된 제품을 요구하는 고객의 수요에 맞춰 공급할 수 있는 공급사슬이 되어야 함 (Noori and Lee, 2002)
- Instrumented, Interconnected, Intelligent (Butner, 2010)



# Literature Review

## ■ 스마트 공급사슬의 유연성

- ✓ 스마트 공급사슬에서 필요한 유연성은 개인화된 제품의 효율적 생산과 공급사슬의 구성원 간의 협업을 위한 필수적인 요소임



# Literature Review

## ■ 스마트 공급사슬의 유연성 (cont.)

### ✓ 제품 설계의 유연성

- 하나의 제품도 여러 방식으로 생산할 수 있는 설계 유연성을 가짐 (Campbell et al., 2011)

### ✓ 생산 제품의 유연성

- CAD도면을 통해 하나의 3D 프린터를 통해서 다양한 제품을 생산할 수 있음 (Gibson et al., 2010)

### ✓ 제조 공정의 유연성

- 조립 설비가 사용 불가능한 경우, 3D 프린터를 통해 조립공정이 필요 없도록 생산이 가능함 (Berman, 2012)

### ✓ 공급사슬의 유연성

- 네트워크에 속한 공장들의 Capacity를 공유하여 효율적인 제품 생산이 가능함 (Seok and Nof, 2014)

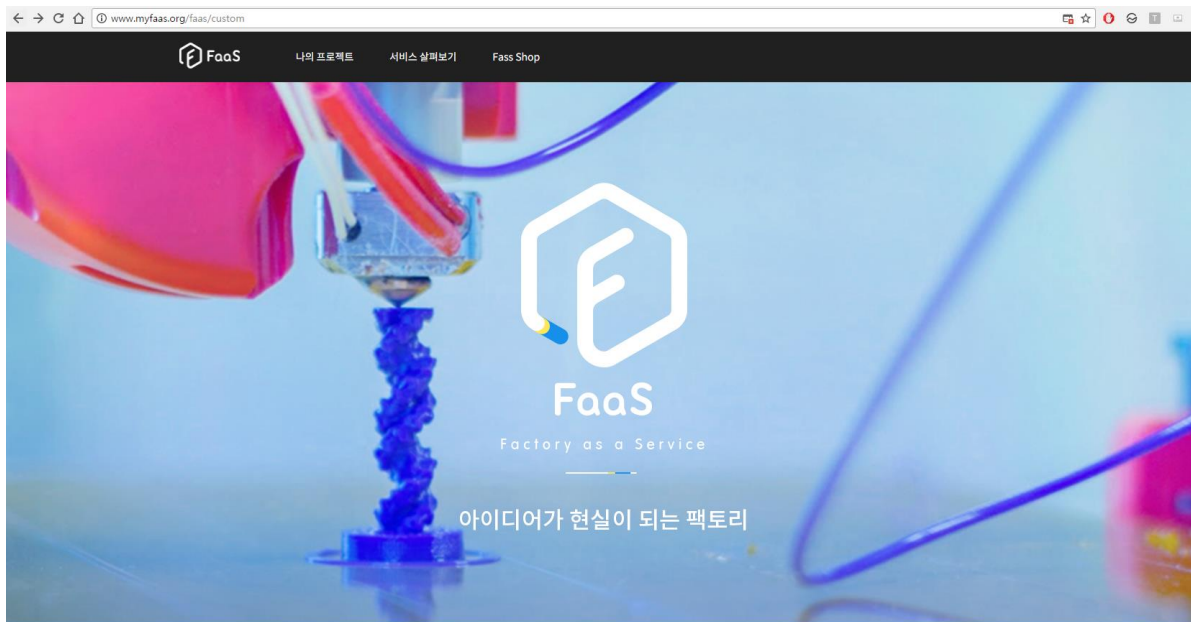
### ✓ 협력의 유연성

- 클라우드를 통해 고객, 공장, 물류에서 발생하는 데이터를 공유하여 end-to-end 협력이 가능해짐 (Jun and Wei, 2011)



# Problem Definition

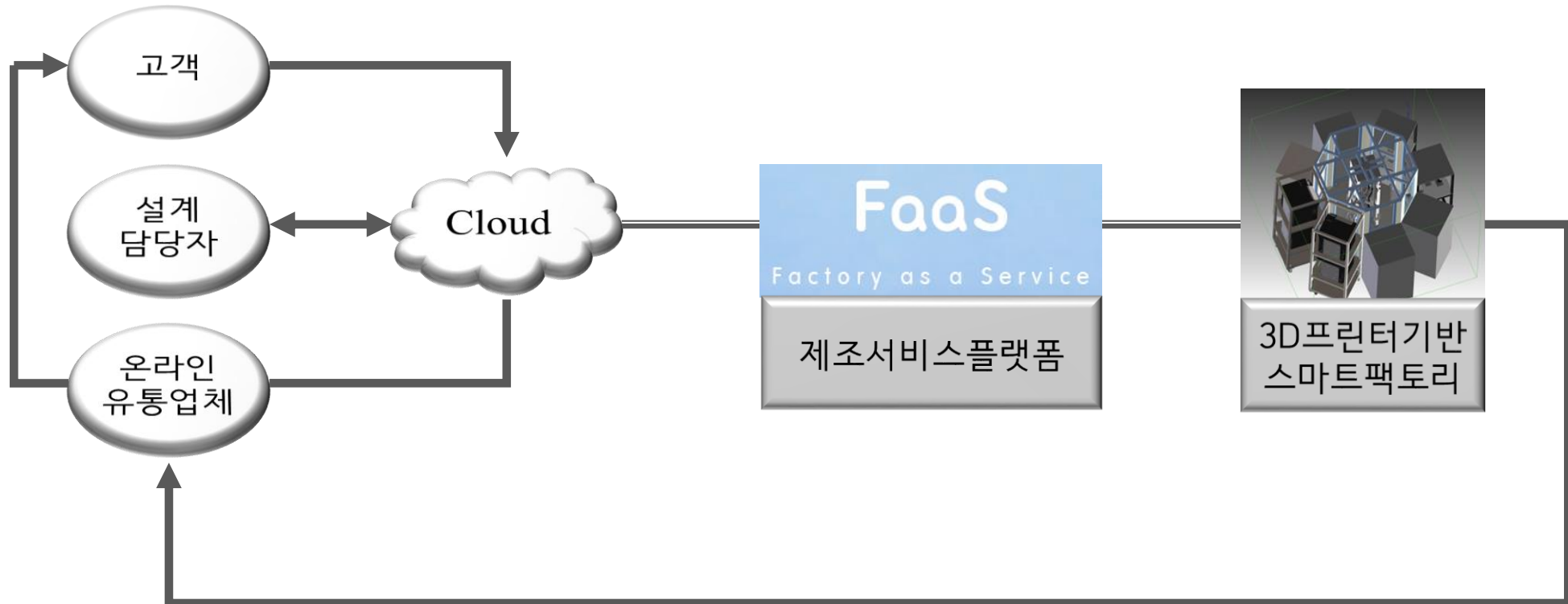
- FaaS (Factory-as-a-services)
  - ✓ FaaS 소개



# Problem Definition

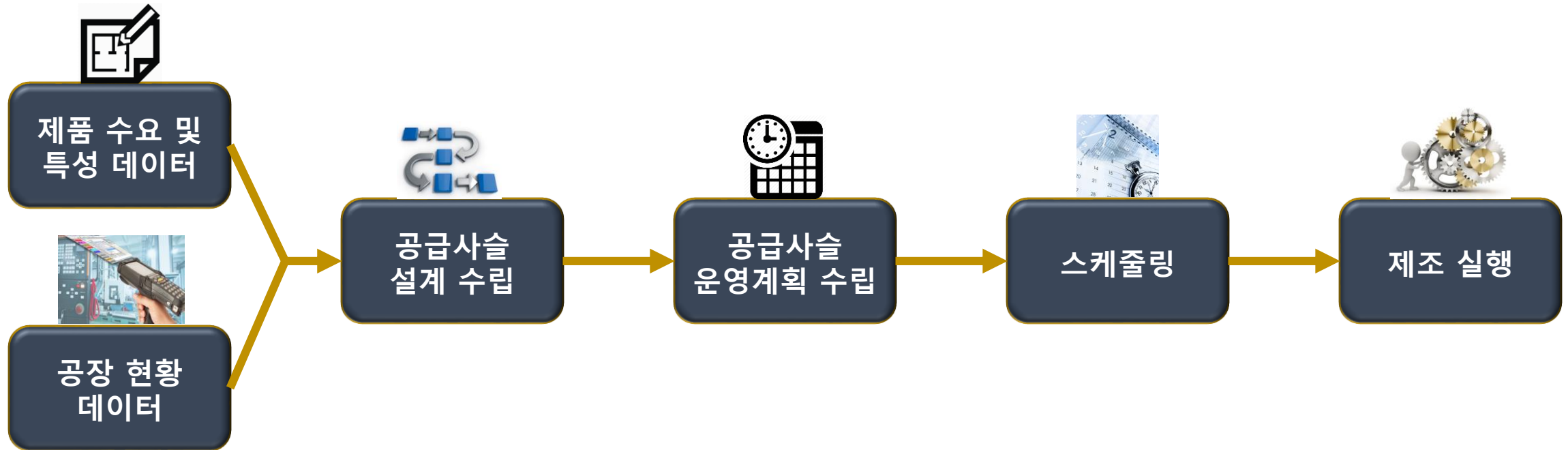
- FaaS (Factory-as-a-services)

- ✓ FaaS 개요



# Problem Definition

- FaaS (Factory-as-a-services)
  - ✓ FaaS 생산계획 흐름

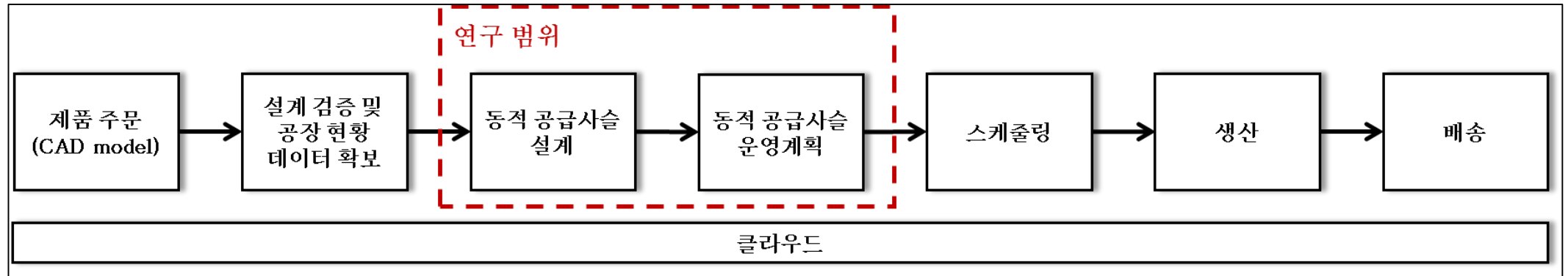


# Problem Definition

## ■ 문제 정의

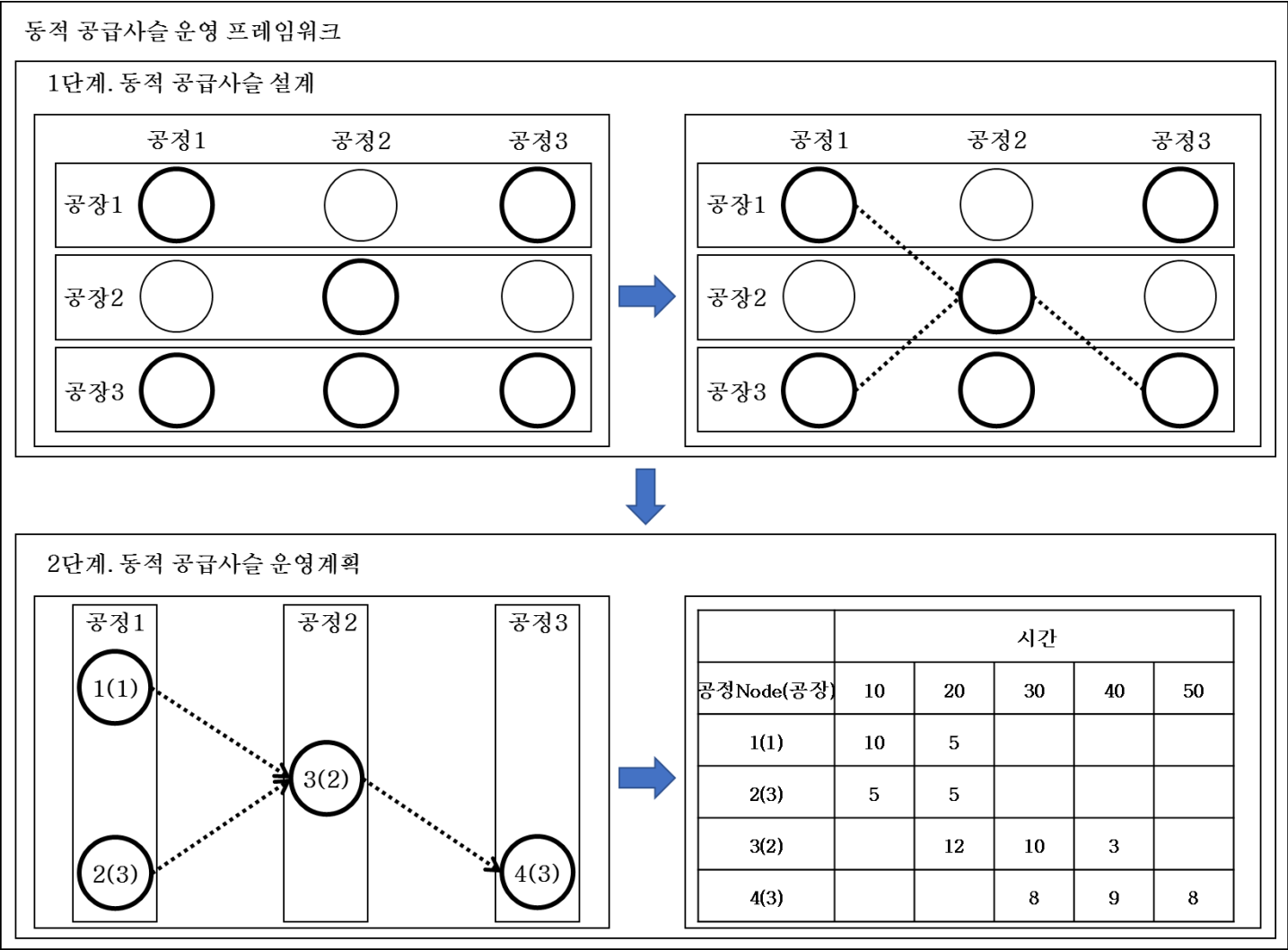
### ✓ 커넥티드 스마트팩토리 환경

- 클라우드 기반의 주문, 생산 환경으로 이루어짐
- 본 연구의 연구 범위는 주문 정보와 공장 현황을 반영하여 공급사슬을 설계하고 운영하는 것임
- 실제 생산 스케줄링에 사용될 수 있는 운영 계획을 수립하는 것을 목표로 함



# Problem Definition

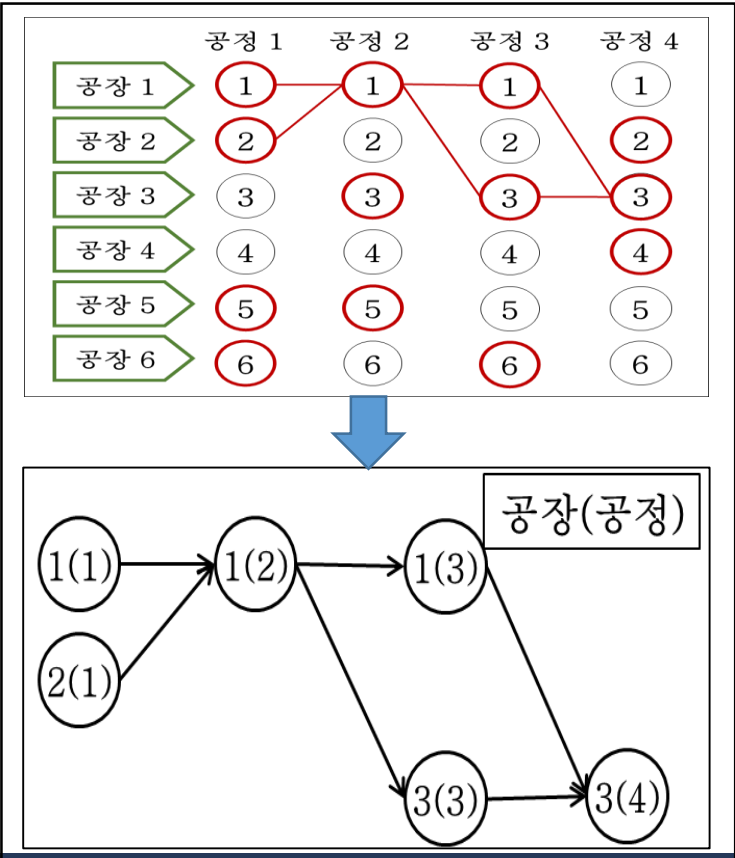
- 문제 정의
  - ✓ 계획 프레임워크



# Computational Experiments

- 동적 공급사슬 설계 및 운영 모델 결과

✓ 예제 (D=100, 공장6/공정4)



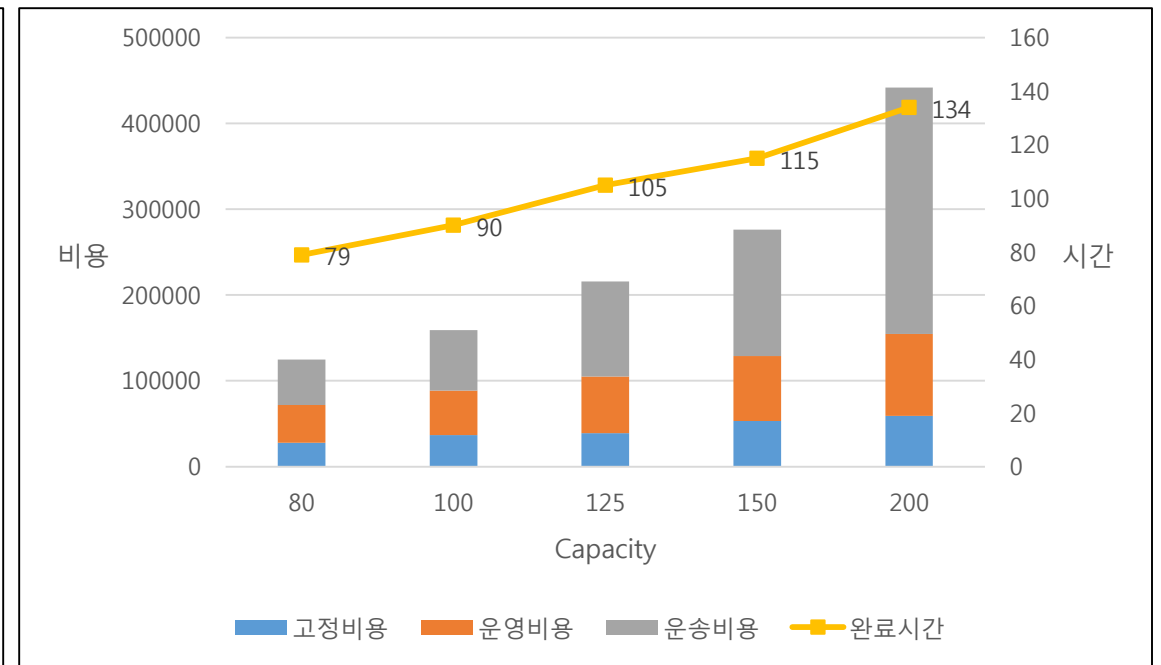
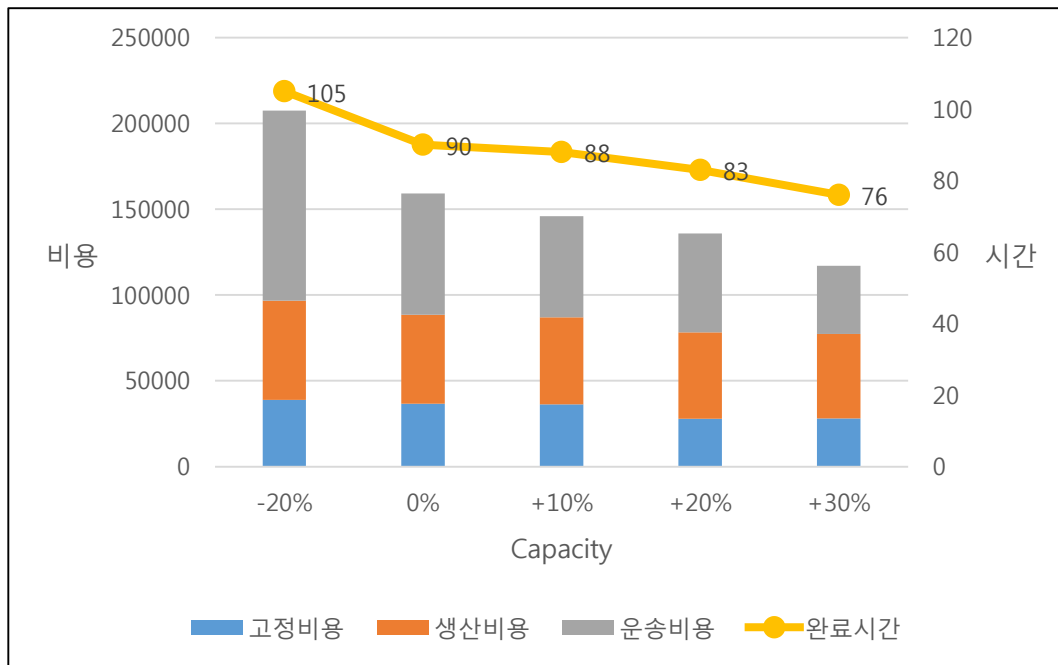
공장(공정)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1(1)→1(2)		2	1	1	1	1	1	1	1	1
2(1)→1(2)										15
1(2)→1(3)			2		1.3	1.3	1.3	1.1	1	
1(2)→3(3)										1
1(3)→3(4)										8
3(3)→3(4)										
최종										
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1(1)→1(2)	1					5	1		2	1
2(1)→1(2)										15
1(2)→1(3)	1	1	1.3	1.3	1.3	2.7	2.5			
1(2)→3(3)										13.5
1(3)→3(4)										11.1
3(3)→3(4)			1							
최종			4.6	4.4						

Value (%)	목적함수값	고정비용	생산비용 (셋업+ 생산)	운송비용	완료시간
Demand					
D=100	71,690.5 (100%)	18,960 (26.4%)	30,090.5 (42%)	22,640 (31.6%)	57(5.7일)

# Computational Experiments

## ■ 동적 공급사슬 설계 및 운영 모델 결과

✓ Capacity/Demand 변화 (공장10/공정8)



# Conclusion

- 본 연구를 통해 개인화된 제품과 이를 생산할 수 있는 공장을 고려하여 최적의 결과를 제공할 수 있는 스마트 공급사슬에 대한 개념을 정의하고, 기존 연구들을 통해 스마트 공급사슬이 가지는 유연성을 정리함
- 개인화된 제품을 최적의 비용, 시간에 생산하는 동적 공급사슬 설계 및 운영 문제를 제안하고, 이를 위해 2단계 수리 모델을 개발하였음
- 개발된 모델의 검증을 위해 실제 환경을 나타낼 수 있는 데이터를 기반으로 실험을 진행하였음
- 조립이 필요한 제품, 공급자 선정, 고객 배송 고려 등 추가적인 연구가 필요함



# References

- ✓ Schuh, G., Kampker, A., & Wesch-Potente, C. (2011). Condition based factory planning. *Production Engineering*, 5(1), 89-94.
- ✓ Kumar, M., Graham, G., Hennelly, P., & Srai, J. (2016). How will smart city production systems transform supply chain design: a product-level investigation. *International Journal of Production Research*, 54(23), 7181-7192.
- ✓ Radke, A. M., & Tseng, M. M. (2015). Design considerations for building distributed supply chain management systems based on cloud computing. *Journal of Manufacturing Science and Engineering*, 137(4), 040906.
- ✓ Wu, L., Yue, X., Jin, A., & Yen, D. C. (2016). Smart supply chain management: a review and implications for future research. *The International Journal of Logistics Management*, 27(2), 395-417.
- ✓ Noori, H., & Lee, W. B. (2002). Factory-on-demand and smart supply chains: the next challenge. *International Journal of Manufacturing Technology and Management*, 4(5), 372-383.
- ✓ Butner, K. (2010). The smarter supply chain of the future. *Strategy & Leadership*, 38(1), 22-31.
- ✓ Campbell, T., Williams, C., Ivanova, O., & Garrett, B. (2011). Could 3D printing change the world. *Technologies, Potential, and Implications of Additive Manufacturing*, Atlantic Council, Washington, DC.
- ✓ Hazen, B. T., Boone, C. A., Ezell, J. D., & Jones-Farmer, L. A. (2014). Data quality for data science, predictive analytics, and big data in supply chain management: An introduction to the problem and suggestions for research and applications. *International Journal of Production Economics*, 154, 72-80.

# References

- ✓ Campbell, T., Williams, C., Ivanova, O., & Garrett, B. (2011). Could 3D printing change the world. *Technologies, Potential, and Implications of Additive Manufacturing, Atlantic Council, Washington, DC.*
- ✓ Gibson, I., Rosen, D. W., & Stucker, B. (2010). *Additive manufacturing technologies* (Vol. 238). New York: Springer.
- ✓ Berman, B. (2012). 3-D printing: The new industrial revolution. *Business horizons*, 55(2), 155-162.
- ✓ Seok, H., & Nof, S. Y. (2014). Collaborative capacity sharing among manufacturers on the same supply network horizontal layer for sustainable and balanced returns. *International Journal of Production Research*, 52(6), 1622-1643.
- ✓ Jun, C., & Wei, M. Y. (2011). The research of supply chain information collaboration based on cloud computing. *Procedia Environmental Sciences*, 10, 875-880.