

**스마트제조 혁신과 실시간 데이터 기반의 원가관리 방법
: IoT 기술을 활용한 활동기준원가(ABC) 시스템 모형**

**Smart Manufacturing Innovation and Real-Time Data Based Cost Management :
Activity-Based Costing(ABC) System Model Using IoT Technology**

- 2018 한국서비스경영학회 하계학술발표대회 -

2018. 7. 6.(금)

상명대학교 조일형

I. 서론 - 연구의 배경 및 목적

본 연구는 스마트제조 환경에 적합한 원가관리 방법을 모색하고 기존 활동기준원가계산의 단점을 보완하기 위해 IoT 기술을 활용한 원가관리 시스템의 모형을 제시하였음



기존 활동기준 원가계산의 한계

“기존 활동기준 원가계산은 높은 운영비용 및 생산활동 데이터의 확보 및 활동의 정확한 구분이 어렵다는 한계를 가지고 있음”

활동기준 원가계산 이론적 배경 검토 및 한계 극복을 위한 개선 방안 검토

스마트제조 환경 및 구축 사례 분석과 간접비 배부 등 원가관리 이슈 도출



스마트제조 환경에 적합한 원가관리

“최근 스마트제조 혁신으로 인해 제조원가에서 간접비의 비중이 증가하고 있어 간접비를 원가에 적절히 배분할 수 있는 새로운 원가관리 방식이 요구됨”

IoT 기술을 접목한 실시간 데이터 기반 활동기준원가 시스템 모형 제시

I. 서론 - 연구의 방법 및 구성

연구에서는 활동기준원가와 관련된 선행연구를 검토하여 이론적 배경과 특징 및 장단점 등을 분석
IoT 기술을 접목한 실시간 데이터 기반의 스마트 제조 활동기준원가 시스템 모형을 도출

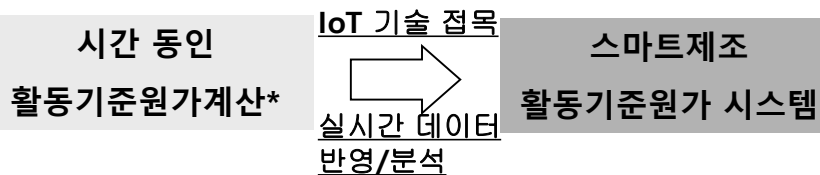
연구의 분석방법

활동기준원가 선행연구 분석

“활동기준원가의 선행연구 검토를 통해
활동기준원가 시스템의 이론적 배경과 특징,
장단점 분석”

새로운 활동기준원가 시스템 모형 제시

“활동기준원가의 단점을 극복하기 위해
IoT 기술을 접목, 실시간 데이터 기반의
새로운 활동기준원가 시스템의 모델을 제시”



연구의 구성

I. 서론

연구의 배경 및 목적
연구의 방법 및 구성

II. 이론적 배경

활동기준원가의 개념과 선행연구
활동기준원가의 특징 및 장단점

III. 스마트제조와 원가관리

스마트제조의 개념과 구성요소
스마트제조 환경의 원가관리 이슈

IV. 스마트제조 환경의 활동기준원가 시스템

원가계산 및 IoT 활용 실시간 데이터 수집
IoT 기술을 활용한 TDABC 모형

V. 결론

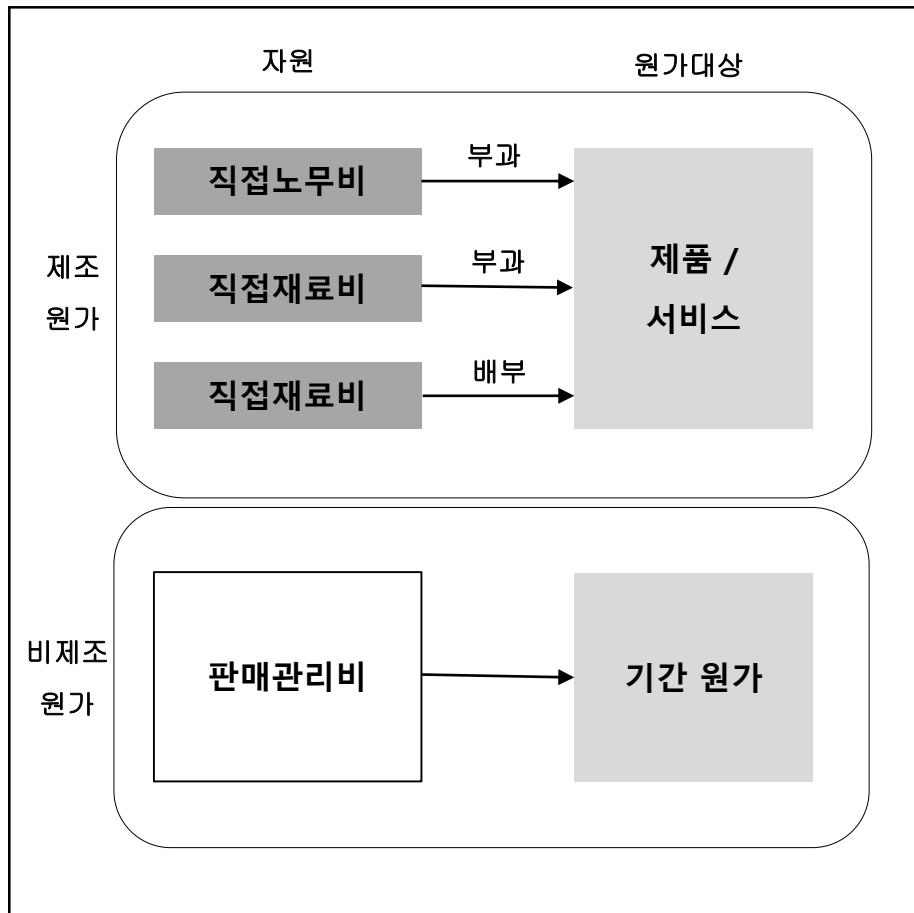
연구의 의의 및 시사점

* TDABC : Time-Driven Activity Based Costing

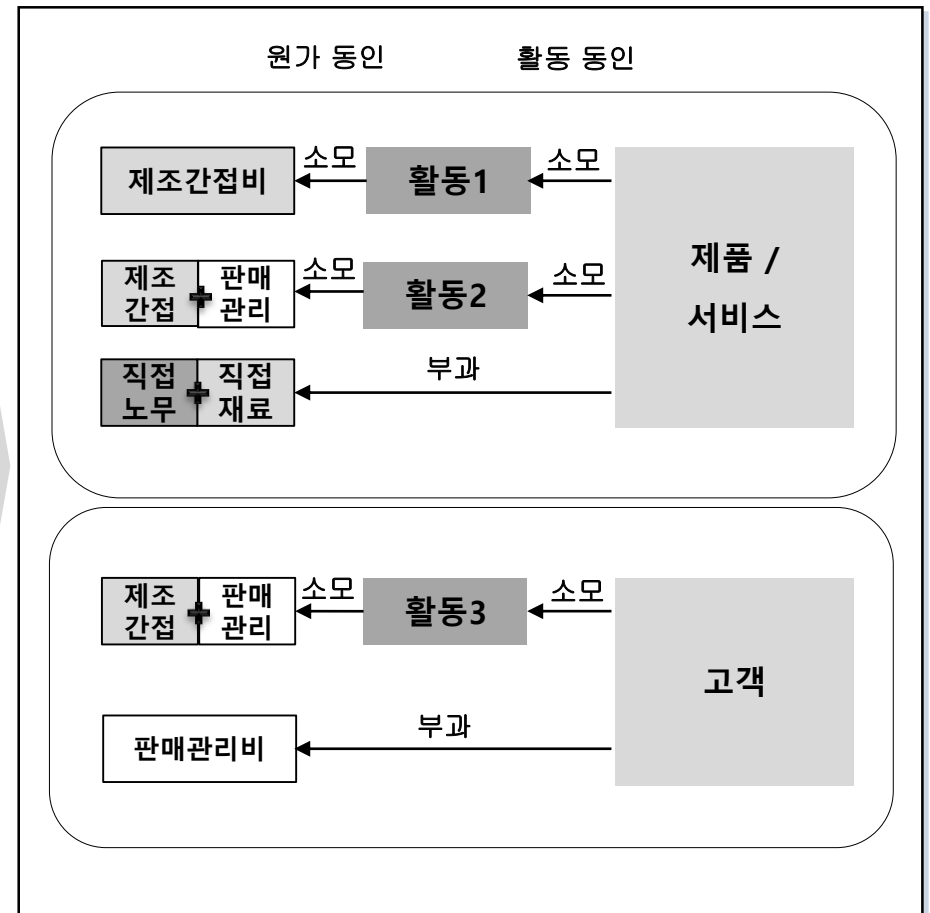
II. 이론적 배경 - 활동기준원가의 개념

전통적인 원가계산시스템에서 제조간접비의 정확한 배부 문제는 지속적인 논란의 대상, 1980년대 이를 보완하기 위한 방법인 활동기준원가계산시스템이 미국을 중심으로 도입되기 시작

전통적인 원가계산시스템



활동기준원가계산시스템



II. 이론적 배경 - 활동기준원가 선행연구

활동기준원가는 실무중심으로 발전하여 이론적인 선행 연구는 많지 않으며 사례연구와 기본 원리, 활동기준원가 시스템 도입 및 적용에 대한 조건, 기본가정 등에 대한 연구가 주를 이루고 있음

활동기준원가 주요 선행연구

“활동기준원가는 간접비의 배부 문제를 해결하기 위해 1980년대 미국을 중심으로 원가관리 실무에 적용되기 시작, 연구는 활동기준원가회계의 기본가정이 나 조건에 대한 것과 활동기준원가계산의 효익에 관한 내용이 주를 이루며(이상수, 1995) 사례연구의 형태가 많아 기존 회계 연구보다 엄격성은 다소 낮음

Noreen(1991)

활동기준원가시스템이 유용한 원가정보를 제공하기 위한 조건을 분석적 모델로 도출, 활동기준원가시스템을 2단계 원가배부시스템으로 정의

Roth & Bothick(1991)

활동기준원가회계시스템이 전통적 원가회계시스템보다 더 정확한 원가정보를 제공하기 위해서는 1)각 원가 Pool에 속한 원가는 같은 유형에 활동에 의해 유발되어야 하고 2) 원가는 활동에 정비례하여 증가해야 함을 주장

Turney(1991)

활동기준원가회계를 이차원 모델로 설명, 활동기준원가회계는 단순히 원가계산만을 위한 시스템이 아니라 경영 활동 전반을 관리하는 시스템으로 인식해야 한다고 주장

Kaplan(1998)

활동을 원가 대상으로 하여 활동원가를 구한 뒤 이를 제품이나 고객 등 최종 원가 대상의 원가를 파악하는 인과 관계 기반의 활동원가계산시스템을 제시

Kaplan & Anderson
(2003, 2007a, 2007b)

기존의 ABC의 현장 적용상 문제점을 보완하기 위해 시간동인활동기준원가계산(TDABC: Time Driven Activity Based Costing)을 개발

지성권과 이진석(2010)

국내 H사를 대상으로 한 사례연구를 통해 TDABC 시스템을 통한 제품원가계산 시 그 차이와 효과를 분석, TDABC의 적용이 수익성, 판매예측, 기업이익 등에 긍정적인 영향을 미쳐 경영의사결정에 유용한 것으로 분석

신성욱 외(2012)

국내 D사의 TDABC 적용 사례를 연구하여 TDABC의 도입이 미래 경영의사결정에 유용한 정보를 제공해 주는지를 분석하였으며 이를 통한 의사결정이 미래 경영계획 수립에 어떠한 영향을 미치는지의 과정을 연구

II. 이론적 배경 - 활동기준원가 특징 및 장단점

활동기준원가는 정확한 원가계산을 위해 가장 최근에 개발된 혁신적인 방법으로 실무 차원에서 활발히 도입되고 있으나 단점도 존재¹⁾

활동기준원가의 장점

1. 인과관계에 기초하여 제조간접비 배분을 통한 정확한 제품원가계산이 가능하며 수익성 기반의 올바른 의사결정이 가능
2. 원가를 활동별로 관리하여 불필요한 활동의 제거가 가능하며 원가 절감에 기여
3. 수행하는 활동별로 효율성과 성과 평가가 가능, 원가 통제에 유리
4. 제품 뿐만 아니라 연구개발, 서비스, 고객과 같은 다양한 경영활동의 원가 개선이 가능

VS

활동기준원가의 단점

1. 도입 초기 활동 분석과 원가 종인 결정에 많은 비용과 노력이 소요
2. 설비유지활동(감가상각비, 공장의 난방비 등)의 원가 동인을 파악할 수 없고 해당 활동은 전통적인 원가계산 방식으로 간접비를 배부
3. 활동을 정의하고 구분하기 위한 공통되고 뚜렷한 기준이 없음

활동기준원가는 이론적으로는 뛰어난 장점을 가지고 있으나 이러한 단점 때문에 실제 적용이 어렵고 기업들이 ABC 도입을 기피²⁾

1) 황선필과 윤세현 2015; Kaplan & Anderson, 2003

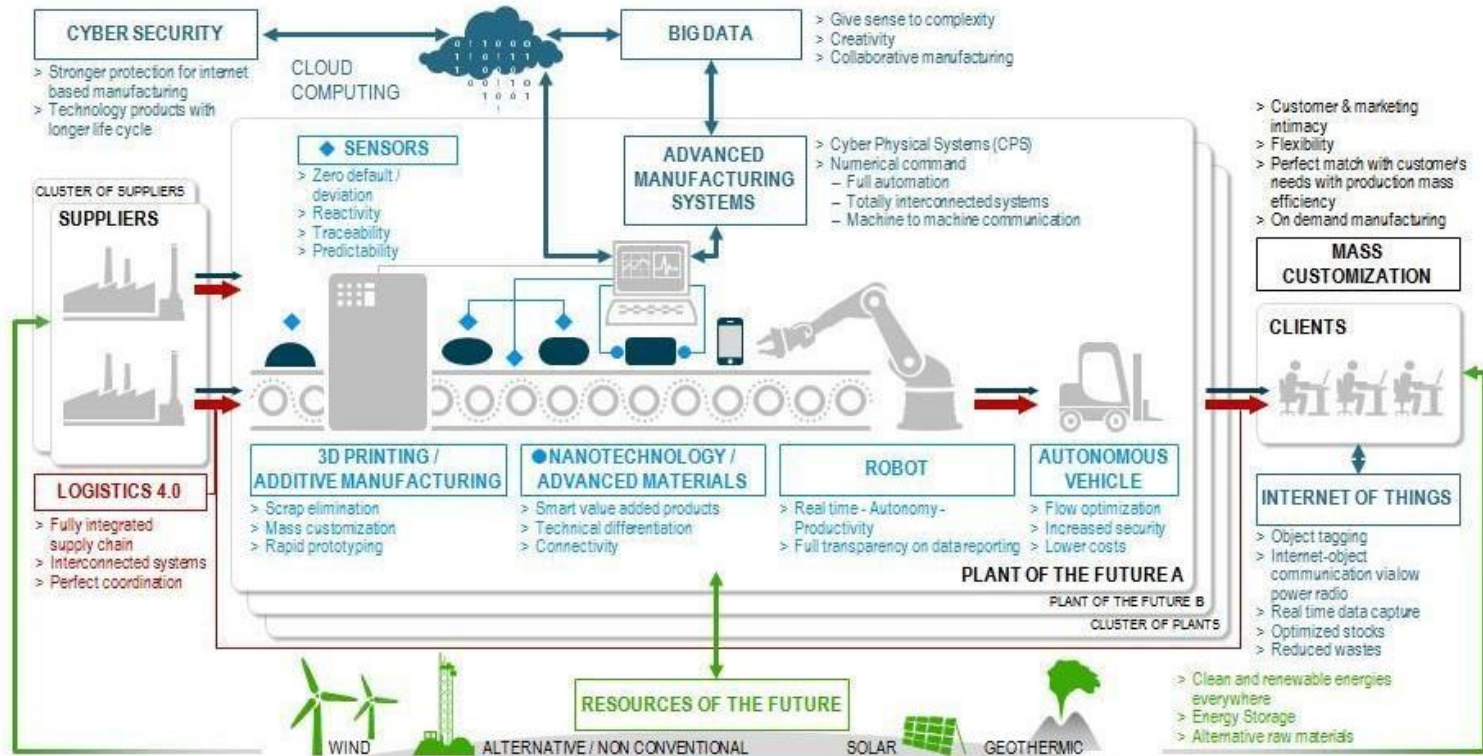
2) Kaplan & Anderson, 2003

Ⅲ. 스마트제조와 원가관리 - 스마트제조 개념

스마트제조는 신속한 신제품 생산과 시장의 요구에 기민한 대응, 공급망 전체의 실시간 최적화를 목적으로 제조 전 과정을 연결하는 지능적인 시스템과 기술을 의미¹⁾

스마트제조 흐름과 주요 융합 기술

“스마트제조(혹은 스마트팩토리²⁾)는 ICT와 기존 제조업 기술이 융합하여 IoT(사물인터넷), 빅데이터, 클라우드 컴퓨팅, CPS(Cyber Physical System) 등의 기술을 통해 공장 내의 장비, 장치 부품들이 서로 연결되고 상호 소통되는 생산 체계(박형욱, 2017)”



자료 : Berger, R. (2014)

1) 미국 SMLC(Smart Manufacturing Leadership Coalition); 강형석과 노상도(2016)

2) 스마트제조는 스마트팩토리를 포함하는 패러다임 차원의 개념이며 스마트팩토리는 스마트제조의 구현 수단으로 볼 수 있음

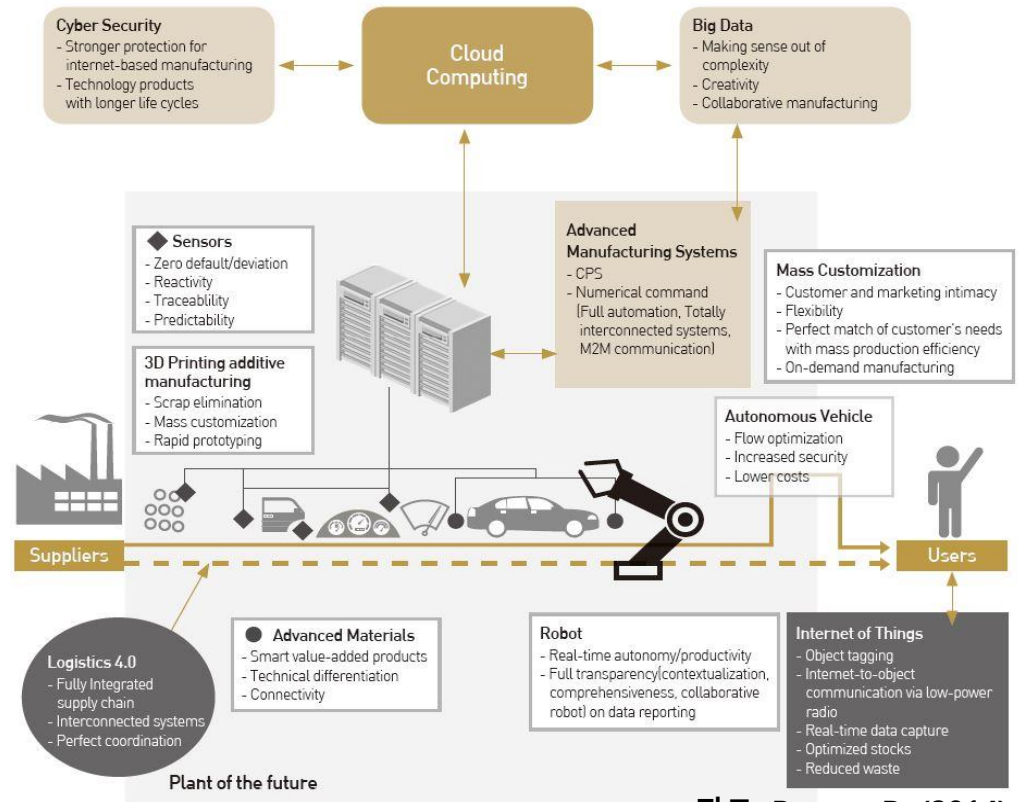
Ⅲ. 스마트제조와 원가관리 - 스마트제조 구성요소

스마트제조는 사이버물리시스템(CPS), 산업데이터 분석, 산업서비스 인터넷, IoT, 인공지능, 로봇 등의 기술의 융합으로 구현, 이중 핵심 기술은 IoT와 데이터 분석 기술임

스마트제조 구성요소

스마트 제조의 주요 요소기술¹⁾

- 사이버물리시스템 : 실제 물리 세계의 다양하고 복잡한 정보들을, IoT를 통해 데이터에 접근하고 처리하여 사이버 세계에 밀접하게 연결시켜 주는 기술
- 클라우드 생산 : 클라우드 컴퓨팅 기술로 고객의 수요에 맞춰 물리적으로 분산되어 있는 제조 자원을 하나의 생산라인처럼 네트워크로 연결하여 최적화 하는 기술
- 산업 데이터 분석 : 제조 현장의 데이터 수집 및 분석, 제조 설비의 고장 예측, 생산 품질 예측 등의 분석 기술
- 사물인터넷 : 전기, 소프트웨어, 센서 등이 네트워크 연결성을 내재하여 정보를 수집하거나 교환하는 기술



자료: Berger, R. (2014)

1) 강형석과 노상도(2016)

Ⅲ. 스마트제조와 원가관리 - 스마트제조 환경의 원가관리 이슈

스마트제조 환경에서 생산과 관련된 데이터는 실시간 수집과 분석이 가능, 최근 CAQ¹⁾ 및 MES²⁾ 등의 사용도 급속하게 확대되는 추세이나 새로운 원가관리 측면의 회계 연구는 아직 미미

스마트제조 환경의 원가관리 목표

IoT 센서와 클라우드 네트워크를 활용한 실시간 데이터 분석과 제어와 이를 통한 운영 최적화 및 원가절감

스마트제조 환경의 주요 원가관리 현안

1. 공장자동화로 인한 직접노무비의 감소와 감가상각비 등 제조간접비의 급격한 증가
2. 다품종 소량생산, 복잡한 생산설비와 공정으로 인한 제조간접비 배부의 어려움 심화
3. 적층가공(3D프린팅) 등 새로운 생산 방식의 등장에 적합한 원가계산 방식의 모색 필요

스마트제조 환경에서 요구되는 원가 시스템

1. 변화한 제조 환경에 적합한 제조간접비 배부 및 복잡한 공정에 사용할 수 있는 원가계산 방식 개발
2. 스마트제조 환경의 실시간 데이터를 수집하여 원가개선 등 의사결정에 유용한 정보를 제공
3. 제조원가에 반영되는 경영성과를 설명하고 공정단위까지 세부적인 성과평가 전개

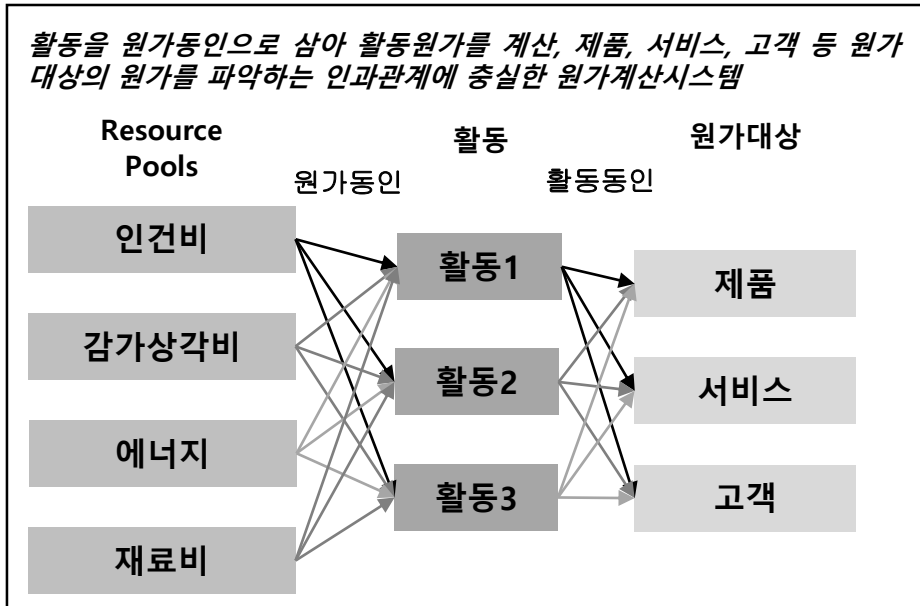
1) Computer Aided Quality : 컴퓨터를 이용한 품질관리

2) Manufacturing Execution System : 제조 실행 시스템(생산관리 시스템)

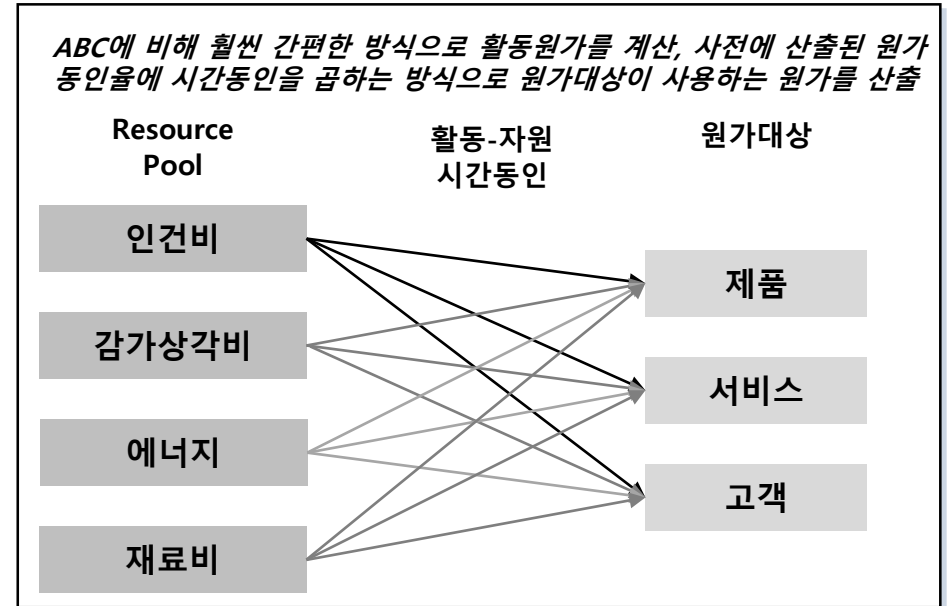
IV. 스마트제조 환경의 활동기준원가 시스템 – 원가계산방식

스마트제조 환경의 특성을 반영, 기존 활동기준원가계산 방식에 시간방정식을 도입한 시간 동인 활동기준원가(TDABC¹⁾)를 원가계산방식으로 채택

전통적인 ABC



TDABC



ABC vs TDABC

- | | | |
|---|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • 원가 정보 수집 곤란 • 미사용 원가의 누락 • 부가가치가 없는 활동의 제거 가능 | ➔ | <ul style="list-style-type: none"> • 간단한 원가 정보 수집 • 미사용 원가의 식별 가능 • 부가가치 활동의 관리도 가능 |
|---|---|--|

TDABC의 시간방정식

- 원가동인율 = 조업도 사용원가 / 실질조업도
- 실질조업도 = 프로세스시간(Process Time) + 유휴시간(Unused Time)
- 제품원가 = (프로세스시간×원가동인율)+(유휴시간×원가동인율)

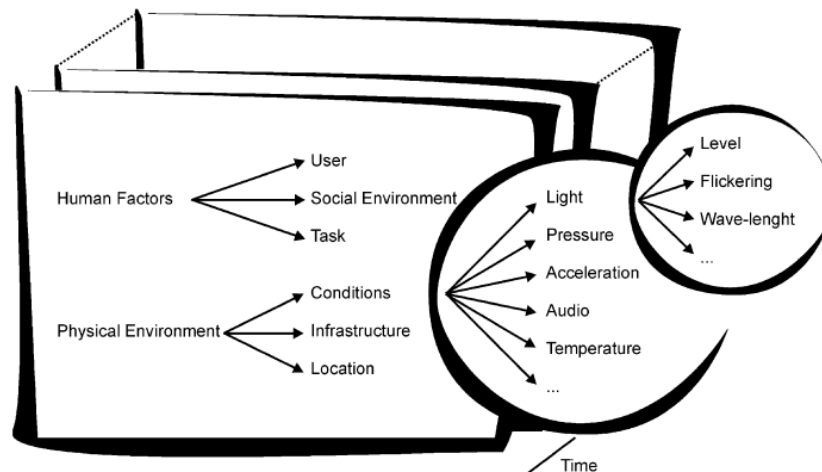
1) Time-Driven Activity-Based costing : 시간 동인 활동기준원가

IV. 스마트제조 환경의 활동기준원가 시스템 - IoT 기술을 활용한 실시간 데이터 수집

스마트제조 환경은 생산설비의 감가상각비 및 에너지 사용 원가 비중이 상당히 높으며 생산활동의 모니터링을 위해서는 계측장비 등의 활용이 필요¹⁾, 연구에서는 IoT 기술을 데이터 수집에 적용

프로세스시간 데이터의 수집을 위한 상황인식 요소

생산활동의 프로세스시간 및 유휴시간 데이터를 수집하기 위해 IoT 센서를 활용하여 Context Awareness(상황인지) 요소를 측정

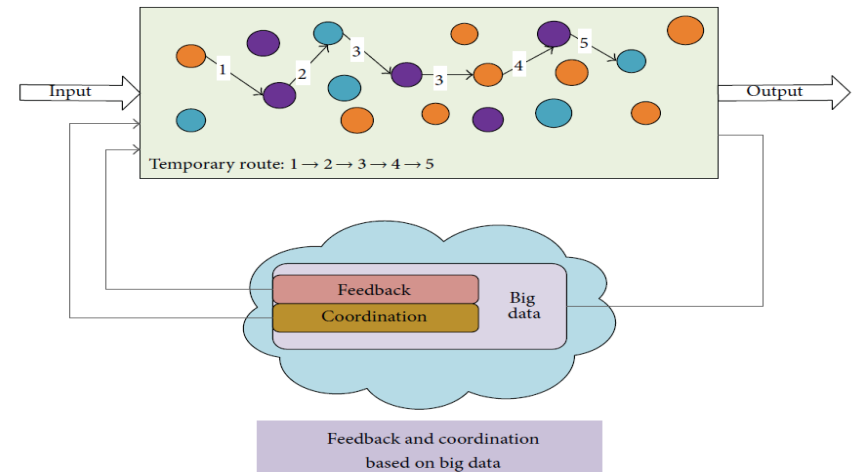


Context Feature space(Schmidt & Gellersen(1999))

제조활동 프로세스 시간 데이터 수집은 공정 및 설비에 따라 Human Factor / Physical Environment의 상황인지 요인에 적합한 IoT 센서를 데이터 수집에 사용

IoT 센서를 통한 정보 수집과 제공

생산 공정의 활동을 추적하기 위해 IoT 센서를 설치, 센서를 통해 수집된 정보는 Big Data DB에 저장 후 TDABC시스템에 시간 정보 등을 제공



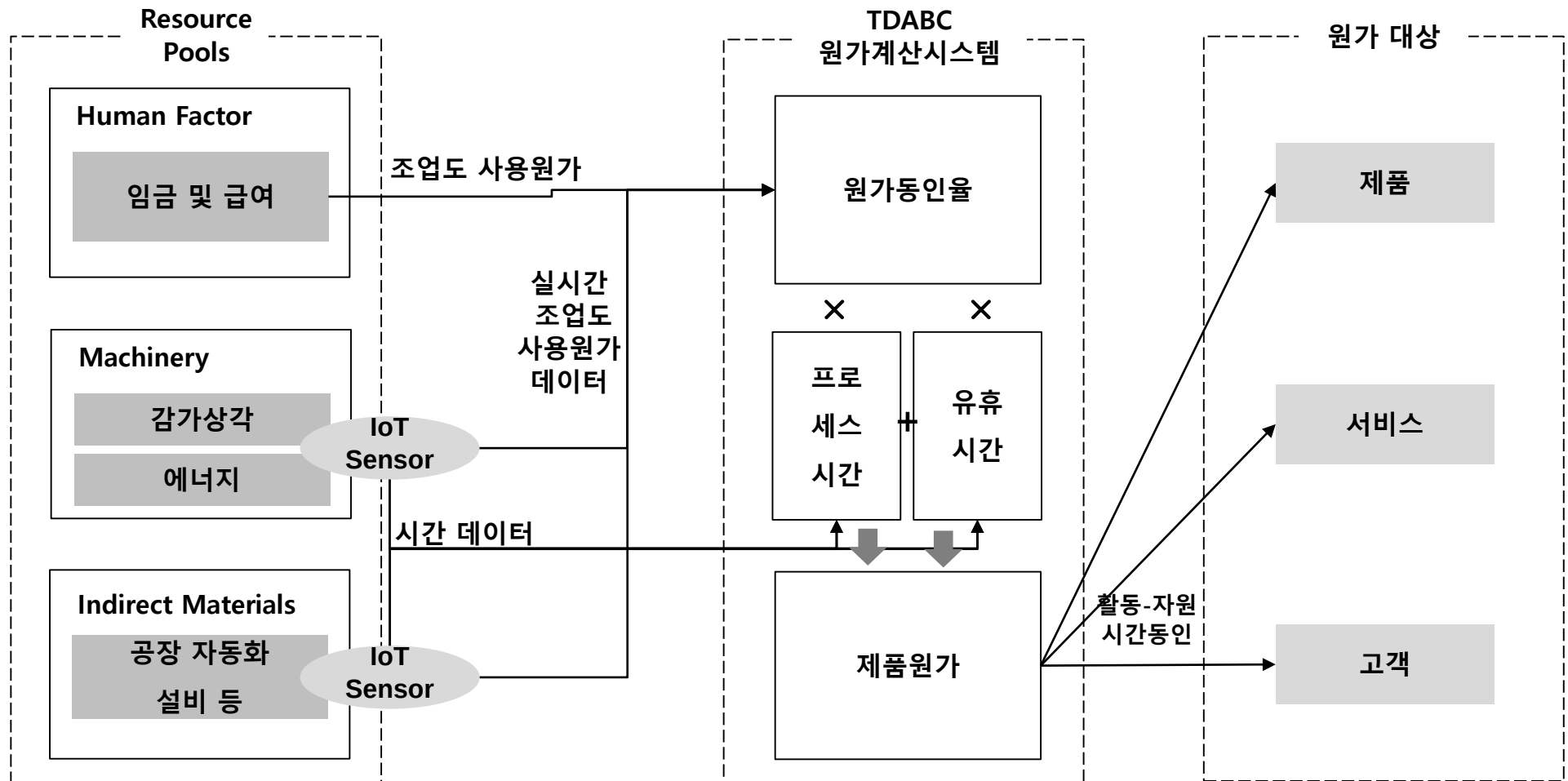
IoT 센서 활용 데이터 수집 개념도(Wang et al, 2016)

생산 데이터 수집과 공정을 제어하기 위해 설치된 IoT 센서를 활용, 공정별 조업도 및 프로세스시간 정보를 수집, TDABC 및 ERP에 정보 제공

1) Jurek et al.(2012)

IV. 스마트제조 환경의 활동기준원가 시스템 – IoT 기술을 활용한 TDABC 시스템 모형

IoT 기술을 활용한 실시간 데이터 기반의 활동기준원가 시스템의 모형은 다음과 같음



V. 결 론 – 연구의 의의 및 시사점

본 연구는 스마트제조 환경에 적합한 원가계산시스템의 모형을 제시, 모형에서는 TDABC 원가 계산 방법을 바탕으로 IoT 기술을 활용, 조업도 및 프로세스시간 데이터를 수집 원가계산에 사용



활동기준원가 계산의 단점 극복

*활동기준원가 계산 시 생산활동에 대한 정보 수집 시간 및 비용의 과다 소모,
원가 정보 수집의 복잡성 등을 해결하기 위해 TDABC 및 IoT 데이터 수집 방법을
원가계산에 적용*



스마트제조 환경에 적합한 새로운 원가관리 방법 제시

*IoT 와 CPS, 빅데이터, 클라우드 네트워크 등으로 자동화된 스마트제조 환경에서
제조간접비를 원가대상에 정확히 할당할 수 있는 새로운 원가관리 방법을 제시*



*다만, 실제 TDABC 방식의 ERP 및 회계정보시스템과 실제 스마트 공장에 다양한 IoT 센서 및
디바이스를 실제로 구현하는 세부 방법에 대해 기술적이고 실무적 차원의 추가 연구 필요*

참고문헌

강형석, 노상도 (2016), 스마트제조 주요 기술 연구 동향, *ie 매거진*, 23(1), 24-28.

박형욱 (2017), 스마트 팩토리와 연관된 생산제조기술 동향, *기계저널*, 57(8), 28-32.

신성욱, 이진석, 최원주 (2012), 시간동인 ABC 모델에 의한 제품별 예산수립: D 사 적용사례, *회계저널*, 21(2), 153-181.

이상수 (1995), 활동기준원가회계의 연구에 대한 고찰, *경영학연구*, 24(1), 53-80.

지성권, 이진석 (2010), 시간동인 ABC 모델에 의한 제품원가계산 적용사례 연구, *관리회계연구*, 10(1), 157-190.

한국산업기술평가관리원 (2015), “스마트공장 기술 동향”, KEIT PD Issue Report, 제15권 4호, pp. 31-46.

황선필, 윤세현 (2015), 시간동인 활동기준 원가계산, *Asia-pacific Journal of Business & Commerce*, 7(3), 11-31.

참고문헌

- Berger, R. (2014), Industry 4.0: The new industrial revolution—How Europe will succeed, *Roland Berger strategy consultants*, maart.
- Kaplan, R. S. (1998), *Cost & effect: using integrated cost systems to drive profitability and performance*, Harvard Business Press.
- Noreen, E. (1991), Conditions under which activity-based cost systems provide relevant costs, *Journal of Management Accounting Research*, 3(4), 159-168.
- Roth, H. P., Borthick, A. F. (1991), Are you distorting costs by violating ABC assumptions?, *Strategic Finance*, 73(5), 39.
- Turney, P. B. (1991), *Common cents: The ABC performance breakthrough: How to succeed with activity-based costing*, Cost Technology.
- Kaplan, R. S. (1998), *Cost & effect: using integrated cost systems to drive profitability and performance*, Harvard Business Press.
- Kaplan, R. S., Anderson, S. R. (2003), Time-Driven Activity-Based Costing, SSRN: <https://ssrn.com/abstract=485443>.
- _____ (2007a), The innovation of time-driven activity-based costing, *Journal of cost management*, 21(2), 5-15.
- _____ (2007b), *Time-driven activity-based costing: a simpler and more powerful path to higher profits*, Harvard business press.
- Jurek, P., Bras, B., Guldborg, T., D'Arcy, J., Oh, S. C., Biller, S. (2012), Activity-based costing applied to automotive anufacturing, *In Power and Energy Society General Meeting, 2012 IEEE* pp. 1-7.
- Schmidt, A., Beigl, M., Gellersen, H. W. (1999), There is more to context than location, *Computers & Graphics*, 23(6), 893-901.
- Wang, S., Wan, J., Li, D., Zhang, C. (2016), Implementing smart factory of industrie 4.0: an outlook, *International Journal of Distributed Sensor Networks*, 12(1), 3159805.