ISSN 2234-0300

# IE 매거진

Industrial Engineering Magazine

2018
봄호
제 25권 제 1호(통권 79호)

## 매거진 인물

- (주)브이엠에스 솔루션스 **김 병 희** 대표

## 특집 블록체인과 산업공학

- Editorial – 블록체인과 산업공학
- 블록체인 기술의 이해 및 적용 현황
- 디지털전환 시대의 변화와 기업의 대응 방안
- 블록체인 기술 제조업 적용 사례(글로벌 구매관리)

## IE PRACTICE & 기업포럼

- 스마트워치의 성공을 위한 제언
- 복잡성 비용(Complexity Cost)과 모듈화 아키텍처(Modular Architecture)
- 특허의 권리거래를 통한 가치실현 가능성 평가 모형
- SK이노베이션 Optimization & Analytics Lab 소개

## IE ACADEMY

- 전국 대학생 산업공학도 모임 FIELD란
- Portland State University

대한산업공학회

ie 매거진
Industrial Engineering Magazine

발 행 인 | 이 태 억
편 집 인 | 고 성 석
등 록 일 | 1994년 10월 5일
등록번호 | 강남바-00028
발 행 | 2018년 3월 30일
발 행 처 | 대한산업공학회
06732 서초구 서운로 13
중앙로얄오피스텔 2006호
전 화 | 02) 523-3095
팩 스 | 02) 523-3090
홈페이지 | kiie.org
E-mail | master@kiie.org
담 당 | 정 효 경
인 쇄 | 대성종합인쇄

(가나다 순)

| 성 명 | 소 속 |
|---|---|
| 고 성 석 (위원장) | 건국대학교 산업공학과 교수 |
| 김 민 수 | 정보통신산업진흥원 박사 |
| 김 상 국 | 한국과학기술정보연구원 박사 |
| 김 서 연 | 삼성SDS 수석보 |
| 박 재 현 | 인천대학교 산업경영공학과 교수 |
| 서 은 석 | 서울대학교 공학전문대학원 교수 |
| 설 현 주 | 충남대학교 군사학부 교수 |
| 신 광 섭 | 인천대학교 동북아물류대학원 교수 |
| 윤 장 혁 | 건국대학교 산업공학과 교수 |
| 이 동 희 | 한양대학교 산업융합학부 교수 |
| 이 미 림 | 홍익대학교 경영학과 교수 |
| 장 영 재 | KAIST 산업 및 시스템공학과 교수 |
| 정 태 수 | 고려대학교 산업경영공학부 교수 |
| 주 현 택 | 삼성SDS 전자 · 제조컨설팅팀 수석 |
| 한 용 희 | 숭실대학교 벤처중소기업학과 교수 |

IE 매거진은 한국간행물윤리위원회 실천요강을 준수합니다.
IE 매거진에 게재된 내용은 무단 복제해서 사용할 수 없습니다.

# C · O · N · T · E · N · T · S

▶▶▶ 매거진 인물

06 (주)브이엠에스 솔루션스 김 병 희 대표

▶▶▶ 특집 | 블록체인과 산업공학

12 Special Editorial 블록체인과 산업공학
고 성 석 건국대학교 산업공학과 교수(편집위원장)

13 특집 1 ›››››››
블록체인 기술의 이해 및 적용 현황
김 광 훈 한국과학기술정보연구원 데이터분석본부 R&D투자분석사업단 선임연구원

20 특집 2 ›››››››
디지털전환 시대의 변화와 기업의 대응 방안
김 용 진 서강대학교 경영학과 교수

25 특집 3 ›››››››
블록체인 기술 제조업 적용 사례(글로벌 구매관리)
주 현 택 삼성SDS, 전자 · 제조컨설팅팀 수석

▸▸▸ IE PRACTICE & 기업포럼

30 스마트워치의 성공을 위한 제언
김 경 도 홍익대학교 산업공학과 조교수

35 복잡성 비용(Complexity Cost)과 모듈화 아키텍처(Modular Architecture)
강 창 묵 숭실대학교 산업정보시스템공학과 교수

42 특허의 권리거래를 통한 가치실현 가능성 평가 모형
윤 장 혁 건국대학교 산업공학과 교수

▸▸▸ IE PRACTICE 기업 및 연구소 소개

47 SK이노베이션 Optimization & Analytics Lab 소개
권 기 상 SK이노베이션 O&A Lab 수석연구원

▸▸▸ IE ACADEMY

51 전국 대학생 산업공학도 모임 FIELD란
고 재 승 홍익대학교, FIELD 총기획단장

54 Portland State University
한 용 희 숭실대학교 벤처중소기업학과 부교수

본 지는 **정헌재단**의 재정지원에 의한 기금으로 출판되었습니다.

2000년 카이스트 실험실 벤처로 출발, 세계 유수의 반도체와 디스플레이 회사의 생산 운영 혁신을 이끄는 회사로 성장시킨 김병희 대표를 모셨다. 그와 함께 현장에서 느끼는 산업공학의 현재와 미래에 대한 다양한 주제를 가지고 인터뷰를 진행하였다.

**Q. '브이엠에스 솔루션스'에 대해서 간단히 설명해 주십시오.**

A. 브이엠에스 솔루션스는 제조업의 생산 운영에 필요한 소프트웨어를 시뮬레이션 기법을 이용하여 제작 보급하는 IT 벤처 회사입니다. 저희 회사가 만드는 소프트웨어는 특히 반도체나 평판 디스플레이 패널(LCD, OLED)과 같은 고가의 설비로 운영되는 장치 산업의 생산 스케줄링 업무에 많이 사용되고 있습니다. 시뮬레이션 기법은 공장에서 앞으로 일어날 일을 예측해 볼 수 있고 자원을 어떻게 사용하여야 보다 효율을 높일 수 있는지를 평가할 수 있는 방법입니다. 공장의 실제 생산 현장을 가상적 공장 모델로 만들고 이를 시뮬레이션하여 다양한 솔루션을 만든다는 뜻으로 VMS(Virtual Manufacturing System, 가상제조시스템)이란 이름이 나오게 되었습니다.

제가 카이스트 산업공학과에서 박사과정을 마칠 쯤에 실험실에서 연구한 결과를 실제 산업현장에서 실현시키고 사업화 해보는 것이 어떻겠냐는 최병규 교수님의 권유에 힘을 얻어 창업을 하게 되었고, 그 당시 같이 공부하고 연구했던 박사과정 후배들과 연구원들이 뜻을 같이하여 회사에 합류하면서 회사의 기틀을 만들어가기 시작했습니다.

2000년에 회사를 설립해서 지금까지의 성공은 내부 인원들의 고생도 있었지만 '운'도 많이 따랐다고 생각됩니다. 기술적인 측면에서는 자신이 있었지만, 기회가 주어지고 시장이 열리는 것은 실력만 가지고 되는 것이 아니기 때문이지요. 처음부터 돈을 번다는 목적보다는 재미있고 좋아하는 일을 하고 싶어서 사업을 시작했기 때문에 기회가 올 때까지 버틸 수 있었고, 기회가 주어졌을 때 전력투구하여 성공 사례를 만들었기 때문에 지금까지 회사가 성장할 수 있었다고 봅니다.

**Q. 귀 회사의 특징과 미래 전략을 설명해 주십시오.**

A. 저희 회사의 특징 중 하나는 산업공학 전공자가 전 직원의 70%를 차지한다는 것입니다. 산업공학 전공자는 대부분 석/박사 학위를 가지고 있는 전문가들입니다. 산업공학

전공자들은 R&D, 컨설팅, 시스템 구축, 프로젝트 관리 등 전 분야에서 활약하고 있습니다. 제조업 생산운영에 관련된 문제를 산업공학적인 접근방법으로 분석 및 모델링하고, 자체 솔루션인 MOZART를 이용하여 시스템을 구축해서 고객이 원하는 업무에 적용하는 일을 담당하고 있습니다.

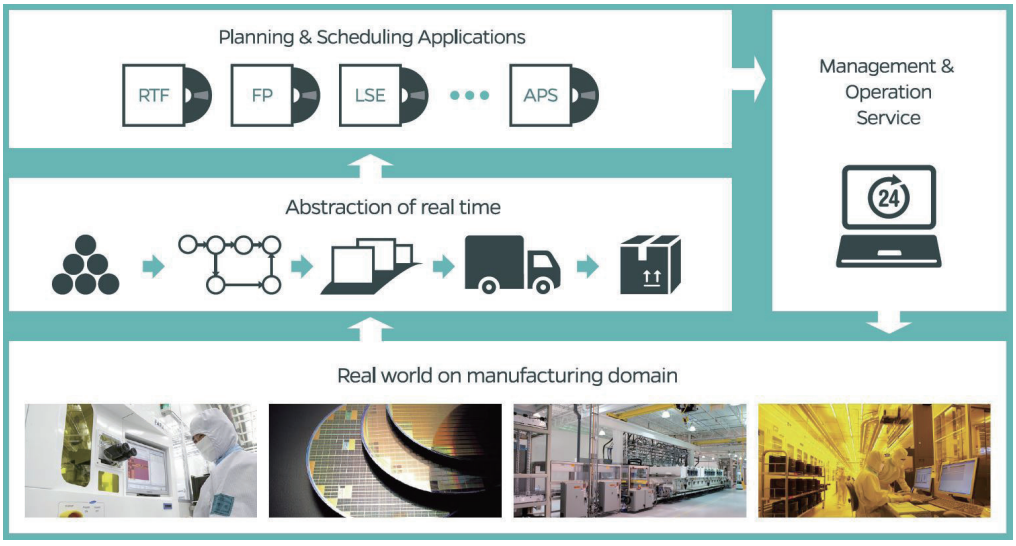
저희 회사는 'VMS Way'라는 경영 방침이 있습니다. 이 방침은 회사가 지양하는 바와 목적을 표현하고 전 임직원의 뜻을 모아 놓은 것이라 볼 수 있습니다. 네 가지 항목인 '가치있게', '보람있게', '재미있게', '책임있게'로 표현되어 있습니다. 새롭고 독보적인 기술을 개발한다는 의미에서 '가치있게', 고객의 부가가치 향상에 기여한다는 의미의 '보람있게', 구성원들이 조직 내에서 스스로 재미있고 주제적으로 일 할 수 있도록 하겠다는 의지의 표현으로 '재미있게'라는 슬로건을 만들었습니다. 마지막으로 이렇게 해서 나온 성과를 사회에 환원하여 사회적 책임을 다 한다는 의미에서 '책임있게'가 추가되었습니다.

미래의 제조현장은 더욱 복잡하고 예측하기 어려운 환경으로 변해 가고 있습니다. 반도체 제조의 경우 시스템 칩들은 더욱 복잡한 계산 능력을 소화하기 위하여 제조 사이클 타임이 2~3개월 이상 걸리는 경우도 빈번히 발생하고 있습니다. 디스플레이 산업도 OLED가 나오면서 기존의 LCD보다는 현격히 복잡한 공정을 소화해 내야 합니다. 저희 회사는 이러한 복잡한 제조 생산 운영 체계에서 유용하게 사용될 수 있는 소프트웨어를 개발 하는데 투자를 아끼지 않고 있습니다. 특히 유수한 국내 산업공학과 교수님들과 산학 연구를 통하여 머신러닝, 최적화, 휴리스틱 등의 기술을 솔루션화 하는 노력을 계속하고 있습니다. 글로벌 경쟁 시대에서 국제적인 경쟁력과 글로벌 감각을 키우기 위해 2008년부터 미국에서 열리는 WSC(Winter Simulation Conference)에 매년 참가하여 솔루션을 전시하고 벤더 세션에서 잠재적 해외 고객들을 만나 현장의 문제점과 해결방안에 대해 논의하고 있습니다. 이러한 노력의 성과로 2016년에 미국과 중국 시장에 고객을 확보하였고, 2017년부터는 본적격인 글로벌 시장 진출을 위하여 내부 역량 강화와 솔루션의 완성도를 높이는 작업을 하고 있습니다.

**Q** 귀 회사의 주요 제품인 'MOZART'에 대해 간단히 설명해 주십시오.

**A** MOZART는 복잡한 제조 현장을 생산운영 관점에서 가상으로 모델링하고 시뮬레이션할 수 있는 엔진을 만들기 위한 개발 도구입니다. 기존 SeePlan이라는 이름으로 고객에게 제공하던 솔루션은 커스터마이징을 위해 소스를 고쳐야 되었

• 글로벌 시장 개척을 위해 매년 WSC에 참가




• MOZART 솔루션 개념도

기에 엔지니어의 노력이 많이 필요했었습니다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 산업군별 특성과 요구사항을 수렴하여 보다 쉽게 시스템을 구축하기 위한 새로운 솔루션 개발 프로젝트를 3년 동안 진행하여 2015년 MOZART를 출시하게 되었습니다. 현실 세계를 가장 간략한 형태로 모델링한다는 의미로 ART(Abstract Real Time)라는 프로젝트명이 정해졌으며, 우리 제품의 대상이 제조업이고 쉽게 부를 수 있는 이름을 찾아 앞에 MOZ(Manufacturing Operation Zone)를 붙여 MOZART가 되었습니다. MOZART는 생산시스템의 기본 정보(제품, 공정, 설비, 작업시간 등)를 입력하면, 내부 생산 시뮬레이션 모델을 이용하여 설비별 작업계획, 시간대별 재공 및 공정별 생산 예상량을 상세히 제공해줍니다.

MOZART에는 모델링 수준에 따라 설비별 상세 스케줄을 생성하기 위한 MOZART APS, 공장의 투입 및 생산계획을 수립하는 MOZART FP, 전체 공장 단위의 생산계획을 수립하는 MOZART MP 등의 대표 제품이 있습니다. 현재 국내 메이저 반도체 회사와 디스플레이 회사에서 모두 MOZART를 사용하여 생산계획을 수립하고 있으며 해외 반도체/디스플레이 회사 및 국내 타 산업까지 영역을 넓히고 있습니다.

또한, ICT기술 변화에 대응하기 위해 Cloud 환경에서도 생산 시뮬레이션을 운영할 수 있도록 개발하고 있으며, 시뮬레이션 품질의 고도화를 위해 AI와 머신러닝 기술을 MOZART에 활용하기 위한 산학협력 연구를 지속적으로 수행하고 있습니다.

**Q. 귀 회사에서 산업공학 전공자의 역할과 주요 업무는 어떻게 되는지요?**

A. 저희 회사의 약 70% 정도가 산업공학 전공자로 구성되어 있습니다. 산업공학 전공자들은 R&D, 컨설팅, 시스템 구축, 프로젝트 관리 등 전 분야에서 활약하고 있습니다만, 결국 하는 일은 문제를 잘 분석하고 해결 방안을 마련하는 업무라고 생각 됩니다. 제조 현장에는 풀지 못하는 수많은 문제들이 산적해 있습니다. 산업공학도는 마치 공장의 병을 치료하는 의사와 같은 역할을 담당합니다. 병원에 가면 먼저 검사를 하고 판단을 하고 치료가 이어지는 것처럼 저희 회사 직원들은 제조현장을 분석하고 문제의 원인을 찾고 해결 방법을 제시하며 필요한 시스템을 설계 및 개발하는 일을 하고 있습니다.

제조 현장을 이해하고 문제점이 어떤 것들이 있는지를 피부로 느끼기 위해서는 개발 업무에 대한 기초 능력이 있어야 합니다. 그래서 초기에는 개발 엔지니어로서 업무를 시작하여 우리의 솔루션인 MOZART가 현업에서 어떻게 적용되고 고객들에게 어떤 가치를 제공하는지를 파악하게 됩니다. 개발 업무에 대한 이해도가 높아지면 MOZART를 통해 제공되는 결과물을 검증하고 분석하여 정합성 있는 결과인지를 판단하는 역할을 수행합니다.

이러한 과정을 통해 쌓인 지식과 현장 경험을 바탕으로 제조 현장의 문제를 진단하고 처방을 위한 설계와 실행 방안을 제시할 수 있는 컨설턴트로 성장하고 있습니다. 산업공학 전

공자가 아니더라도 이러한 과정을 지나오면 컨설턴트로서 역할을 수행할 수 있습니다만 산업공학 전공자가 제조현장을 바라보는 시각이 비전공자보다 넓다보니 성장하는 속도가 훨씬 빠름을 느낄 수 있었습니다.

**Q. 다시 18년 전으로 돌아가신다면 대표님은 어떤 결정을 하시겠습니까? 그리고 지금 많은 학생들이 대표님과 같은 꿈을 꾸고 있는데 이들에게 어떤 조언을 해 주시겠습니까?**

A. 앞서 말씀 드렸지만 저는 다양한 요인으로 창업을 결심했습니다. 2000년은 IMF를 극복하고자 하는 사회적 상황 속에 벤처 창업의 붐이 있었고, 또한 저희의 경우 박사과정에서 연구해 오던 아이템을 현장에 적용시키고자 하는 욕심도 있었고, 지도 교수님의 도움이 있었기에 뜻이 맞는 연구실 동료들과 함께 창업을 할 수 있었습니다. 저도 19년간 회사를 운영하면서 많은 부침이 있었지만 현재 이렇게 성장할 수 있었던 것은 함께한 사람들의 노력뿐만 아니라 운도 많이 따라 주었다고 생각합니다.

현재 사회적으로 청년 창업에 대한 관심이 상당히 높다고 알고 있습니다. 재미있고 참신한 아이디어로 무장한 청년들이 많이 뛰어들고 있다고 합니다. 상당히 고무적인 일이라 생각합니다. 하지만 현실은 상당히 냉혹합니다. 이렇게 시작했던 사업들이 성공할 확률은 그리 높지 않고, 제가 느끼기에는 아이디어와 열정만 가지고는 쉽지 않은 것 같습니다. 이를 뒷받침할 기술과 다양한 인적 네트워크 그리고 시장 등이 있어야 합니다. 그리고 이 모든 것을 기다릴 수 있는 용기와 지혜가 필요합니다. 그래서 저는 먼저 경험을 쌓았으면 합니다. 제가 속해 있는 그룹에서 살펴보면 보통 40대에 창업해서 성공한 경우가 가장 많은 것 같습니다. 이 분들은 다양한 경험을 통해 앞서 말씀드린 그러한 기반을 구축하신 다음 창업을 하신다고 합니다. 즉 체계적인 준비를 위해 상당히 많은 시간을 투자하시고 계시는 것 같습니다.

하지만 정답은 없는 것 같습니다. 열정과 아이디어 그리고 기술을 가지고 있다면 당당히 도전해 보는 것도 나쁘지 않은 것 같습니다. 그리고 찾아보면 창업을 지원해 주는 다양한 프로그램이 있습니다. 이러한 프로그램을 잘 이용한다면 많은 도움을 받을 수 있다고 생각합니다. 그리고 마지막으로 강조하고 싶은 말은 '기다림'이란 단어를 꼭 기억해야 할 것이라 생각합니다.

**Q. 현업에서 활동하시면서 느끼셨던 지금의 산업공학 교육과 연구가 나아가야할 올바른 방향에 관한 제안해 주시면 감사하겠습니다.**

A. 제가 공부할 때 보다 산업공학의 학문의 범위가 많이 넓어졌다고 들었습니다. 새로운 분야들도 많이 들어오고 시대의 흐름에 따라 과의 명칭도 다양하게 변화해 오고 있다고 합니다. 그만큼 산업공학의 학문이 발전하고 적용되는 분야가 확대되었다고 할 수 있습니다. 하지만 현업에서 활동하는 입장에서 특히 저희 같이 제조업과 관련된 분야에 종사하는 사람들에게는 산업공학에서 제조업에 관련된 분야의 축소는 상당한 아쉬움이 남습니다. 전통적인 산업공학은 제조업과는 불가분의 관계를 가지고 발전하고 있었으나 최근에 들어와서 기술, 서비스, 금융 등 다양한 분야와 접목으로 인해 예전에 비해 제조업에 대한 관심이 많이 줄어들고 제조 관련 분야의 진출이 예전보다 활발하지 않은 것 같습니다. 또한 4차 산업혁명으로 인해 일자리 특히 제조업의 일자리가 많이 없어진다고 합니다. 하지만 현장에서 보는 입장으로는 지금이 우리 산업공학도에게는 더 없이 좋은 기회라 생각합니다. 4차 산업혁명시대를 맞이하여 단순한 요소기술에 대한 수요보다는 이를 통합하고 전략적으로 운영할 수 있는 산업공학도에 대한

• 대표이사 주관 한라산 산행 : 매년 신입사원들과 한라산을 등반하며 소통하고 비전을 공유

수요가 꾸준히 증가하고 있습니다. 따라서 제조업을 기반으로 이론과 실무를 겸비한 산업공학도의 양성이 매우 중요한 시점이지 않을까 합니다.

그리고 요즘 저희 같은 회사의 경우 소프트웨어 인재가 많이 필요합니다. 단순 프로그램을 잘하는 인재보다는 현업의 일을 보다 빨리 이해하고 이를 구현할 수 있는 인재 즉 산업공학적 소양을 갖춘 프로그래머에 대한 수요가 많습니다. 하지만 요즘은 산업공학에서 프로그램 언어에 대한 교육이 다소 소홀해지는 경향이 있는 것 같습니다. 다양한 프로그램들의 출현으로 인해 프로그램 언어의 효용성이 예전보다는 떨어졌다고 하지만 자신의 생각을 구현하기 위한 유용한 도구로써 프로그램 언어에 대한 사회적 요구는 줄어들지 않고 있습니다. 또한 다양한 분야에서 정보화에 대한 요구는 계속 증가하고 있는 시대에 프로그램 언어에 대한 교육이 반드시 필요하며, 또한 스스로 열심히 학습할 수 있도록 확실한 동기 부여에 대한 고민이 필요하다 봅니다.

**Q 산업공학 후배들에게 이런 기회를 통해서 특별히 해주고 싶은 말씀을 부탁드립니다.**

A 열심히 스스로를 잘 개척하고 있는 후배들이기에 저 보다 더 많은 고민과 열정을 가지고 있을 것이라 생각합니다. 하지만 현장에서 몇 년 더 먼저 겪었던 선배로써 간단히 말씀드리고자 합니다. 요즘 뉴스와 현장에서 느끼는 학생들은 대부분 대기업을 지향하고 있습니다. 현재 사회에서 바라보는 시선에서 보면 당연한 현상이라 생각합니다. 하지만 젊음은 도전의 또 다른 말이라 생각합니다. 대기업과 같은 안정적인 직장에서 근무하는 것도 상당히 매력적인 일이지만 자신이 관심있고 좋아하는 일을 할 수 있는 벤처기업과 같은 회사에 들어가 함께 성장하는 것도 아름다운 도전이지 않을까 합니다. 비록 대기업처럼 안정적인 생활을 누릴 수는 없으나 나의 성장과 회사의 성장이 함께 할 수 있음을 느끼고 다양한 분야의 일을 할 수 있다는 장점이 있습니다. 그리고 향후 창업 등의 새로운 꿈을 향한 다양하고 소중한 자산이라 할 수 있습니다.

그리고 우리는 국내만을 바라볼 수 없습니다. 세계로 나아가야 합니다. 따라서 글로벌 인재의 필요성은 더 이상 설명할 필요가 없습니다. 우리 회사의 경우도 중국과 미국 업체와 함께 일하고 있는데 언어의 중요성을 많이 느끼고 있습니다. 특히, 엔지니어는 통역에 의지하는데 한계를 가지고 있습니다. 복잡하고 기술적인 이야기는 엔지니어가 스스로 듣고 설명해야 하는 경우가 많습니다. 그렇지 않으면 많은 제약이 따릅니다. 비록 기술이 많이 발전하여 번역 기술이 좋아졌다고 하지만, 현재까지도 그리고 앞으로도 언어의 중요성은 사라지지 않을 것 같습니다. 그리고 진정으로 서로를 이해할 수 있으려면 언어 뿐 아니라 그 나라를 이해할 수 있는 문화적 소양 또한 중요해지고 있습니다. 산업공학인의 원대한 꿈을 이루기 위해서는 전 세계를 향해 나아갈 수 있는 글로벌 인재로써 자신의 역량을 갖추었으면 좋겠습니다. ie 매거진

■인터뷰 : 고성석(ie 매거진 편집위원장), 정효경(ie 매거진 편집담당)

## 김병희(金炳熙) 대표 프로필

■ **학력 사항**
1993년 성균관대학교 산업공학 학사
1995년 카이스트 산업공학 석사
2001년 카이스트 산업공학 박사
2018년 서울대학교 최고산업전략과정(AIP) 수료

■ **경력 사항**
2000년~현재 ㈜브이엠에스 솔루션스 대표이사

특집
Special Edition

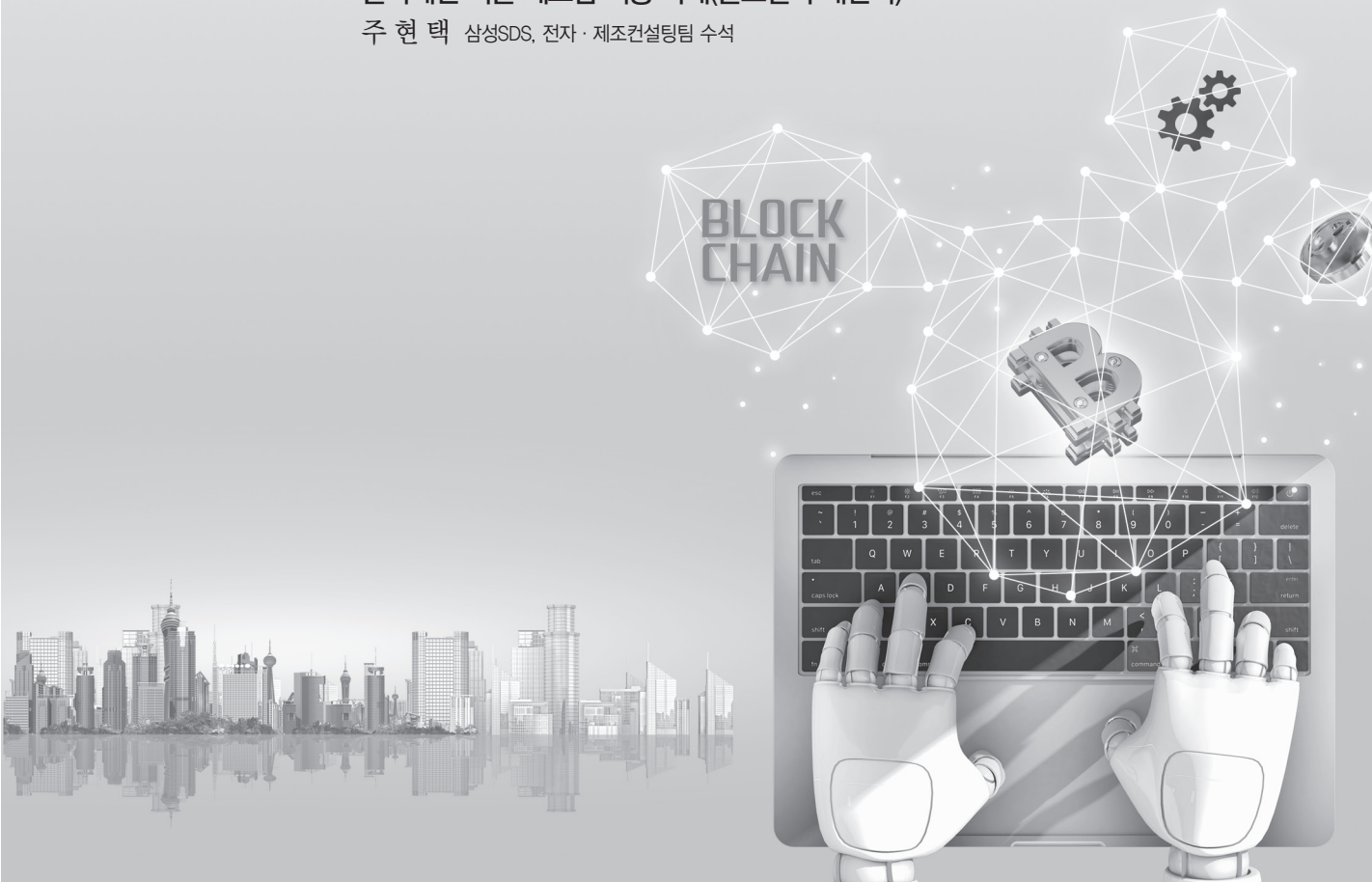
# 블록체인과 산업공학


12 Special Editorial 블록체인과 산업공학
고 성 석 건국대학교 산업공학과 교수(편집위원장)

13 특집 1
블록체인 기술의 이해 및 적용 현황
김 광 훈 한국과학기술정보연구원 데이터분석본부 R&D투자분석사업단 선임연구원

20 특집 2
디지털전환 시대의 변화와 기업의 대응 방안
김 용 진 서강대학교 경영학과 교수

25 특집 3
블록체인 기술 제조업 적용 사례(글로벌 구매관리)
주 현 택 삼성SDS, 전자 · 제조컨설팅팀 수석

# 블록체인과 산업공학

고 성 석
건국대학교 산업공학과 교수
(편집위원장)

가상화폐(디지털화폐)에 대한 투자에 대한 관심이 폭발적으로 증가하면서 누구나 한 번쯤은 들어본 용어가 비트코인이다. 하지만 비트코인은 세상에 나온 지 10년도 되지 않는 새로운 발명품이며, 이 비트코인의 기반 기술인 블록체인 기술을 이용한 수많은 가상화폐가 출시되면서 사회적 관심을 가지게 되었다. 그러나 이러한 관심은 주로 가상화폐에 대한 투자와 이에 따른 문제점들에 집중되어 있고, 새로운 디지털혁명이라 불리는 블록체인 기술 자체에 대한 관심은 상대적으로 적은 것이 현실이다.

아직 현장에 적용하는 하는 것은 초기 단계에 불과하지만 그 가능성은 무궁무진하다는 것이 대부분 전문가들의 공통된 의견이며, 적용을 위한 연구가 활발히 이루어지고 있어 조만간 가시적인 성과가 나타날 것으로 기대하고 있다. 따라서 본 특집에서는 현재 이슈가 되고 있는 가상화폐와 다른 관점에서 블록체인 기술에 대해서 다루어 보고자 세 편의 원고를 준비하였다.

첫 번째 원고는 블록체인에 대한 개념과 특성을 위주로 블록체인 기술에 대한 전반적인 이야기를 함으로써 블록체인이 어떤 기술인지를 설명하고자 하였다. 그리고 간단한 적용 현황을 보여줌으로써 향 후 확장성을 언급하였다.

두 번째 원고는 사회 많은 부분들이 디지털화됨으로써 제품의 서비스화, 서비스의 제품화 등 산업 현장에 많은 변화가 일어나고 있으며, 이러한 재화들의 거래의 디지털화가 블록체인 기술의 등장과 함께 혁명적인 변화를 가져오고 있음을 보여주고 있으며, 이에 대한 기업에 대응 방안을 제안하고 있다.

마지막 원고는 블록체인 기술을 선도적으로 글로벌 구매 관리에 실제로 적용한 사례를 소개하여 블록체인 기술을 적용을 하고자 하는 기업이나 연구자들에게 도움을 주고자 하였다.

블록체인 기술은 향 후 산업 전반의 프로세스에 엄청난 변화를 몰고 올 혁명적인 기술이란 사실에 많은 전문가들이 이구동성으로 이야기하고 있다. 따라서 본 특집은 비록 세 편의 원고로 심도깊은 내용을 다루기는 어렵지만, 가상화폐 뿐 아니라 산업 전반에 영향을 미칠 이 기술에 대한 관심을 가질 수 있는 계기를 마련하기 위해서 준비하였다. ie매거진

# 블록체인 기술의 이해 및 적용 현황

본고에서는 차세대 인터넷 혁명의 핵심기술로 주목받고 있는 블록체인에 대해서 소개하고자 한다. 시장조사기관 IDC는 2022년 블록체인 기술로 인한 비용절감 규모가 200억 달러 수준에 달할 것으로 전망했으며, Mckinsey는 블록체인 기술을 금융시스템에 활용했을 때 데이터베이스관리 · 보안 등을 포함한 비용 절감 효과가 연간 23조 원에 이를 것으로 추정했다. 한편 Gartner는 2022년 블록체인 관련 비즈니스 규모를 약 100억 달러 수준으로 전망하였다. 세계경제포럼(WEF)에 참가한 전문가의 절반 이상은 2025년까지 블록체인 기반의 플랫폼이 전 세계 GDP의 약 10%를 점유할 것으로 전망하였고, 블록체인이 상용화될 경우 금융회사들이 거래 비용 30%를 절감할 수 있을 것으로 분석하였다. 블록체인은 금융뿐만 아니라 물류, 헬스 케어, 정치, 공공, 행정 서비스에 이르기까지 사회 전 영역에 걸쳐 비용의 효율성과 투명성을 높일 수 있어서 4차 산업혁명 시대의 신성장 핵심 인프라로서 활용 가능할 것으로 예상된다.

김광훈
한국과학기술정보연구원 데이터분석본부
R&D투자분석사업단 선임연구원

## 1. 들어가며

블록체인 기반의 비트코인(Bitcoin)은 2008년 사토시 나카모토(Satoshi Nakamoto)에 의해 창시되었으며, 'A Peer-to-Peer Electronic Cash System'이란 제목의 논문에서 그는 은행이 필요 없는 새로운 전자 화폐를 제안하였다. 이후 비트코인은 2009년 1월부터 일반화폐와 다르게 중앙은행과 같은 중개기관 없이 P2P 기반으로 사용자(Node)간 자유롭게 온라인 가상화폐로서의 거래가 가능하게 되었다.

사토시 나카모토는 해당 논문에서 기존 금융 시스템을 부정하였다. 은행 등 기존 금융기관은 해킹과 같은 보안에 취약하여 파산의 위험도가 존재함을 강조하였다. 또한 그의 논문에서는 거래-네트워크-프라이버시로 구분하여 비트코인의 유통과정을 설명하고 있으며, 이를 관통하는 핵심이 은행이 독점하던 거래 장부의 분산 보관이라고 주장하고 있다. 거래 장부를 의미하는 블록은 10분 단위로 만들어지며 이 블록을 시간적 순서로 결합한 것을 블록체인으로 정의하고 있다. 비트코인 거래 장부는 전 세계적으로 약 5,500대 정도의 컴퓨터가 보관하고 있으며, 해당 장부를 인터넷 망을 통하여 공유할 경우 그동안 은행이 독점해 온 중개인의 기능은 없어지게 된다. 이와 같이 블록체인은 P2P 분산 네트워크상에서 모든 참여자가 공동으로 거래 정보를 기록 및 저장하고, 각 블록들은 네트워크 참여자들의 검증과 동의를 통하여 새로이 생성 및 검증되도록 한 시스템이다. 이러한 이유로 블록체인은 분산 장부(Distributed Ledger) 혹은 공공 거래 장부(Public Ledger)로도 불린다. 신용이 아닌 시스템 기반으로 네트워크를 구축하였기 때문에 공인된 제3자가 거래를 보증하지 않더라도 당사자끼리 거래는 성사된다. 한편, 한번 동의된 거래블록은 분산 · 저장되는 방식이기 때문에 위 · 변조가 불가능하여 중앙에서 관리

하는 서버 없이도 안전하게 거래가 가능하다는 점이 블록체인의 가장 큰 장점으로 꼽힌다.

본고에는 블록체인 핵심 알고리즘의 개념과 향후 적용 가능한 다양한 분야에 대해서 안내하고자 한다.

## 2. 서론

### 2.1 블록체인의 종류와 구분

블록체인은 참여 네트워크의 성격, 범위 등에 따라 크게 퍼블릭(Public)과 프라이빗(Private)으로 구분되며, 흔히들 언급되는 블록체인은 퍼블릭 블록체인으로 볼 수 있으며 비트코인(Bitcoin), 이더리움(Ethereum), 뉴이코노미무브먼트(NEM) 등이 대표적이다. 퍼블릭 블록체인은 채굴자들과 거래 이용자들이 특정 기관의 허가 없이 자유롭게 네트워크에 참여할 수 있는 프로토콜이다. 퍼블릭 블록체인은 공개형 방식으로 누구나 자료 열람 및 거래가 가능하나, 고도화된 암호화 검증 절차가 필요하고 네트워크의 확장성이 낮으며 속도가 느린 단점이 존재한다. 또한 참여자가 익명성의 성격을 지니기 때문에 중앙기관의 제어가 필요한 금융기관에는 적합하지 않은 구조이다. 퍼블릭 블록체인의 경우 공개 네트워크를 운영하기 위해 사용자들의 참여도 충성도를 높이기 위해 고유한 화폐(Native Currency)를 발행하는 것이 일반적이다. 프라이빗 블록체인은 소유자가 블록체인을 생성하고 관리할 수 있어 주체 식별이 가능하여 최근 기업과 은행권에서 관심이 높다. 퍼블릭 블록체인은 지분 증명(PoS), 작업 증명(PoW)과 같은 일련의 프로세스를 통해 거래나 계약에 대해 합의를 하게 된다. 반면에 프라이빗 블록체인은 승인 기관의 합의 알고리즘에 따른다. 소수 기관의 권한을 통해서만 거래가 검증되고 처리되기 때문에, 이 네트워크에 참여하지 못하는 일반 대중들은 어떤 거래가 일어났는지 볼 수 있는 방법이 없다. 따라서 보안의 측면에서는 프라이빗 블록체인이 상대적으로 훨씬 우위를 갖는다. 또한 네트워크 규칙이나 거래내용을 변경하고 수정하는데 있어서 승인기관의 개입을 통하여 단시간 내에 업데이트 내용을 반영할 수 있는 장점이 있다.

이외에도 미리 선정된 노드에 의해서 컨트롤되는 반 중앙형 블록체인인 컨소시엄(Consortium) 형태가 존재한다. 컨소시엄 블록체인은 협의체 구성원만 참여할 수 있고, 의사 결정은 구성원 의견에 따라 이뤄진다. 금융 분야에서는 대부분 컨소시엄 블록체인 형태를 이루고 있으며, 대표적인 예가 R3CEV(Reduce Risk in Reference－Crypto, Exchanges and Venture practice)이다. 해외의 경우 시티그룹(Citigroup), 바클레이(Barclays) 등 80여 개 금융기관이 참여하고 있으며, 국내에서는 우리은행, 신한은행, 국민은행 등이 참여하고 있다〈표 1〉.

### 2.2 블록체인의 특징

블록체인의 특징을 요약하면 크게 탈중개성, 보안성, 안정성, 투명성, 확장성을 꼽을 수 있다〈표 2〉.

## 3. 블록체인 생성과정

블록체인 시스템은 트랜잭션(Transaction)에 대한 기록을

〈표 1〉 블록체인 유형별 구분

| | 퍼블릭 블록체인 | 프라이빗 블록체인 |
|---|---|---|
| 관리주체 | 모든 거래 참여자 | 중앙기관 |
| 거래속도 | 네트워크 확장이 어렵고 거래 속도가 느림(약 10TPS) | 네트워크 확장이 쉽고 거래 속도가 빠름(약 1,000TPS) |
| 식별성 | 익명성 | 식별 가능 |
| 거래증명 | PoW(Proof of Work), Proof of Stake(PoS) 등의 합의 알고리즘에 의해 거래 증명자가 결정 | 중앙기관에 의하여 거래증명이 가능 |
| 데이터 접근성 | 누구나 접근 가능 | 허가받은 사용자만 접근 가능 |
| 활용사례 | 비트코인, 이더리움 | 링크(Linq) |

• 자료 : CoinDesk, 금융보안원

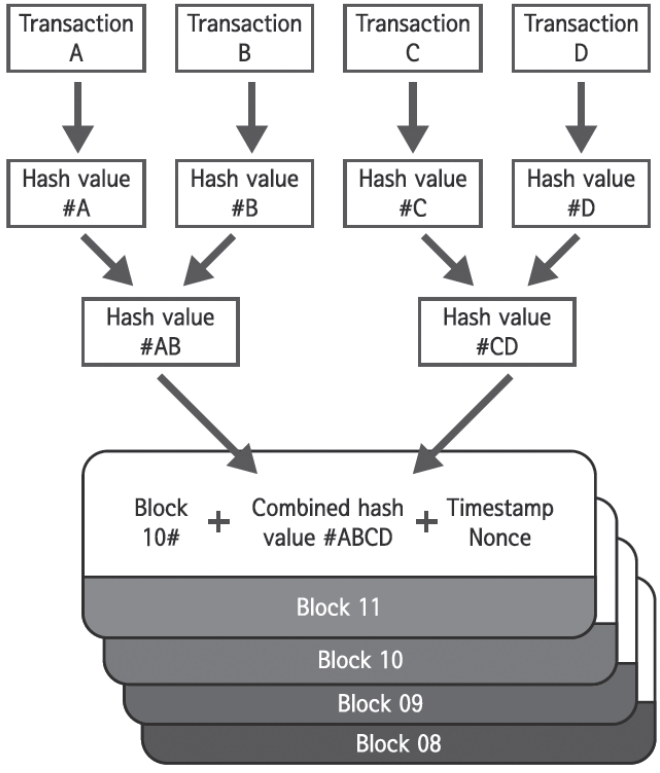
〈표 2〉 블록체인 기술의 특징

| | 장 점 | 단 점 |
|---|---|---|
| 탈중개성 | – 공인된 제3자 신뢰기관 없이 P2P 거래가 가능<br>– 거래상에 필요한 불필요한 비용을 최소화할 수 있음 | – 문제 발생 시 책임소재가 모호함 |
| 보안성 | – 단일 실패점(Single Point of Failure)이 존재하지 않기 때문에 해킹이 불가능 | – 해킹, 분실 등의 경우 해결책이 없음 |
| 안정성 | – 일부 시스템 오류 또는 성능저하 발생 시 전체 네트워크 타격 가능성이 희박함 | – 실시간으로 대용량 처리가 어려움 |
| 투명성 | – 모든 참여자들이 장부를 공유하고 있어 모든 거래기록이 투명하게 공개됨 | – 거래 내역이 공개되어 추적이 가능함<br>– 완벽한 익명성 보장이 어려우며, 조합에 의한 재식별이 가능 |
| 확장성 | – 공개된 소스에 의해 쉽게 구축, 연결, 확장이 가능함 | – 결제처리 가능 거래 건수가 실제 경제 내 거래규모 대비 미미함 |

• 자료 : 블록체인기술 금융분야 도입방안을 위한 연구, 성신여자대학교, 2016.

순차적으로 저장하는 분산 장부라고 볼 수 있으며, 수많은 노드가 P2P 네트워크로 연결되어 각 사용자의 트랜잭션을 처리하게 된다. 블록체인 네트워크에서 발생하는 모든 트랜잭션은 비트코인 네트워크의 각 노드가 검증한 후 거래원장(Ledger)인 블록체인에 기록된다. 블록체인은 과반수 이상의 노드로부터 무결성을 검증 받기 때문에 거래내역이 위 · 변조되지 않았음을 보장할 수 있고, 이것이 비트코인 거래에 있어서 신뢰의 바탕이 된다.

블록체인의 각 블록은 일종의 데이터 패킷으로 헤더(Header)와 바디(Body)로 구성된다. 블록 헤더는 총 6개의 필드로 이루어져 있으며, 현재 블록의 버전 정보, 이전 블록을 해싱한 해시값(Previous Block Hash), 거래내역의 요약 정보인 머클해시(Merkle-hash), 현재 블록의 생성시간(Timestamp) 정보, 난이도 조절 정보(Difficulty Target), 난스(Nonce)값을 포함한다. 블록 바디에는 거래 카운터(Transaction Counter), 생성 거래(Coinbase Transaction or Generation Transaction), 참여자들이 화폐를 거래한 트랜잭션(이체 거래내역)이 저장되어 있다〈그림 1〉.




〈그림 1〉 블록체인 생성 개념도

• 자료 : The great chain of being sure about things, Economist, 2015.

비트코인의 작업 증명은 블록 헤더의 SHA256 해시값을 사용한다. 블록 바디에 기록된 개별 트랜잭션 정보를 SHA256 해시로 만들고, 2개의 해시값으로부터 1개의 해시값을 만드는 트리구조 형태를 반복하면 최종적으로 1개의 값이 만들어 지는데 이 값이 머클해시가 된다. 즉, 머클해시는 블록 바디의 거래 내역을 압축하여 담고 있는 값으로 볼 수 있다. 각 블록은 최대 1MB의 크기까지 확장이 가능하며, 헤더 80바이트, 기타 17바이트 등을 제외하면 총 1,048,479 바이트 가량이 이체내역 저장을 위한 목적으로 사용될 수 있다.

블록체인은 거래내역의 생성 및 검증, 마이닝을 통한 블록 생성, 블록의 유효성 검증 과정을 거쳐서 최종적으로 생성

된다. 블록의 생성은 네트워크 전파 속도 및 보안성 등의 이유로 10분을 주기로 발행되며, 블록체인 상에 새로운 블록이 추가되는 과정을 채굴(Mining)이라고 한다. 채굴의 목표는 블록 헤더 안에 있는 Difficulty Target 보다 낮은 해시값이 나올 수 있게 하는 난스값을 찾는 것으로서, 해당 요건에 맞는 난스를 찾기 위해서는 초당 수천 조의 횟수로 연산을 반복하여 수행한다. 즉, 블록 헤더 6개의 필드값을 모두 더한 값의 SHA256 해시값이 Difficulty Target에 저장된 값보다 작아지면 작업 증명이 성공한 것이라 할 수 있다.

## 4. 블록체인 합의 알고리즘 (Consensus Algorithm)

블록체인 시스템에서는 모든 노드가 동일한 트랜잭션에 대한 처리 기록을 보유하도록 하여야 하는데 그것을 가능케 하는 것이 합의 알고리즘(Consensus Algorithm)이다. 합의를 위한 알고리즘에는 크게 퍼블릭 블록체인에서 사용하는 PoW(Proof of Work), PoS(Proof of Stake), PoI(Proof of Importance)와 컨소시엄 블록체인에서 사용하는 Consensus by Bet으로 구분가능하다. 최초의 비트코인에서는 작업 증명(Proof of Work)으로 불리는 합의 알고리즘과 가장 긴 체인(Longest Chain)을 선택하는 방법이 사용되었다. 퍼블릭 블록체인에서는 다수의 노드가 블록을 생성하기 위해 경쟁을 하게 되며, 블록생성에 성공하게 될 때 인센티브가 지급된다. 작업증명은 비허가형 블록체인(퍼블릭 블록체인)에서 핵심적인 요소이나 성능문제와 과도한 에너지 소비와 같은 문제점을 갖고 있어서 최근에는 지분증명(Proof of Stake)이나 경과 시간 증명(Proof of Elapsed Time) 등의 알고리즘이 제안되었다. 허가형 블록체인(운영방법에 따라 프라이빗 블록체인 또는 컨소시엄 블록체인으로 구분)은 참여노드가 제한되기 때문에 비허가형 블록체인과 다른 형태의 합의 알고리즘을 사용할 수 있으며, 대표적인 알고리즘으로 PBFT(Practical Byzantine Fault Tolerant)를 꼽을 수 있다.

### 4.1 작업증명(PoW; Proof of Work)

PoW는 블록체인의 가장 기본적인 합의 알고리즘으로서 블록 생성을 하고자 하는 노트들이 특정 해시값을 찾는 연산을 수행한 결과 특정한 난이도의 작업(새로운 블록을 블록체인에 추가)을 완료했음을 증명하는 과정이다. 컴퓨터의 연산능력이 빠를수록 블록에 기록할 수 있는 권한이 더 많이 부여되며, 블록 생성 시간동안 가장 많은 해시파워를 제공한 노드가 블록을 생성할 수 있도록 설계되어 있다. 해시값을 계산하는데 비트코인의 경우 평균 10분이 소요되도록 설계되어 있으며, 해시 난이도를 주기적으로 조절하여 블록 생성 주기를 일정하게 유지하도록 하고 있다. 블록을 만들기 위해 마이너(Miner)가 해시 알고리즘을 풀어서 증명하고, 증명에 성공한 마이너는 이를 전체 블록체인 노드에 중계하고 블록체인의 가장 마지막 블록에 자신이 채굴한 블록을 연결한다. 이같은 과정이 반복되면서 여러 블록이 하나의 체인을 이루게 되는데, 이를 변조하기 위해서는 PoW 과정을 다시 거쳐야 하기 때문에 사실상 거의 불가능하다고 볼 수 있다. PoW는 반복적인 연산을 지속적으로 수행하면서 특정 값을 도출해야하기 때문에 불필요한 연산을 많이 하게 되며, 리소스 낭비가 높다는 단점이 존재한다. 또한 성능적인 제한이 있어 실시간 업무를 요구하는 분야에는 적합하지 않다.

### 4.2 지분증명(PoS; Proof of Stake)

PoS는 PoW 방식의 과도한 에너지 소비 문제를 보완하기 위해서 제안된 시스템으로서 참여자의 소유지분이 블록 생성권 지분에 반영되는 알고리즘이다. PoW 방식은 마이너의 컴퓨팅 능력에 따라 블록의 생성 확률이 변화하는 구조이며, PoS 방식의 경우 마이너가 보유하고 있는 화폐의 양에 비례하여 블록이 생성된다. 블록의 해시값은 마이너가 소유한 Balance와 난이도의 영향을 받으며, 많은 지분 소유자가 쉬운 난이도는 문제를 풀게 된다. 블록 생성자와 지분 생성자의 이해관계를 일치시킴으로써 블록을 나쁜 의도로 생성하고자 하는 확률을 낮출 수 있다.

PoS 방식은 블록의 생성주기를 단축시킬 수 있고 컴퓨팅 파워의 손실을 줄일 수 있다는 점에서 효율적이나, 초기 코인 배분 문제(Initial Distribution Problem)와 Nothing at Stake와 같은 공격을 받을 가능성이 존재한다. 초기 코인 배분 문제는 초기에 코인을 많이 보유한 참여자가 블록 생성에 유리하다는 점에 대한 공정성에 관한 문제로 볼 수 있으며, Nothing at Stake는 유효 블록이 2개 이상 존재하는 Fork 상황에서 어떤 블록이 진짜인지 투표하는 과정에서 양쪽 모두에게 투표하는 것을 말한다. 결국, 두 개 이상의 블록체인 상에서 블록을

생성하기 때문에 하나의 블록체인으로 수렴하는 것이 어렵게 되며, 이때 공격자가 뇌물을 주고 유효한 블록체인을 임의로 변경가능하며 유효한 블록체인에 대한 합의를 즉시 성사시키지 못하는 문제점이 존재한다. 최근에는 이러한 한계점을 보완하기 위해서 위임된 지분증명(DPoS; Delegated Proof of Stake) 방식이 제안되었다. PoS 방식이 일정 지분을 보유한 모든 노드에게 블록 생성 권한을 부여하였다면, DPoS 방식에서는 대표자들에게 블록 생성과 검증에 대한 권한을 부여하여 합의에 대한 권리를 위임하게 된다. 본 방식에서는 지분에 비례한 투표에 의해 선출된 대표이기 때문에 블록을 생성하는데 소요되는 시간과 비용이 최소화되고, 작업 증명과 지분 증명방식에 비해 상대적으로 단위 시간동안 생성되는 블록의 양도 많아진다. DPoS 방식을 사용하는 분야는 Tendermint, Slasher, BitShares, Ethereum, Casper 등이 있다.

### 4.3 PBFT(Practical Byzantine Fault Tolerance)

PBFT 알고리즘은 1982년 발표된 논문인 비잔틴 장군 문제를 해결하기 위한 프로토콜로서 제안되었다. PBFT는 BFT 계열 프로토콜 중 실용적으로 사용될 수 있는 대표적인 알고리즘이다. PBFT는 분산시스템이 약속된 행동을 하지 않는 비잔틴 노드가 존재할 수 있는 비동기 시스템일 때 해당 분산시스템에 참여한 모든 노드가 성공적으로 합의할 수 있도록 개발된 합의 알고리즘이다. PBFT 알고리즘은 IBM Fabric 0.6 버전, R3 Corda, Notary와 같은 프라이빗 블록체인에서 사용되고 있다.

## 5. 블록체인 적용현황

비트코인이 기반이 되어 출발한 블록체인은 현재 금융권

〈표 3〉 해외은행 블록체인 기술 적용 현황

| 구 분 | 준비내용 및 적용 현황 |
|---|---|
| 산탄데르(Santander)은행 – 스페인 | – 블록체인에 대한 20~25건의 사용 사례 보유<br>– Crypto 2.0팀 구성 |
| 바클레이(Barclays)은행 – 영국 | – 블록체인 관련 스타트업(Safello, Atlas Card & Blocktree)과 파트너쉽 체결 |
| 스탠차타드(StandardCharted)은행 – 영국 | – 비용절감, 금융거래의 투명성 개선을 위해 DTCC(미국증권예탁결제원), EuroCCP 등과 같은 예탁결제 분야에 블록체인 기술 활용성을 발표 |
| UBS은행 | – Clearmatics와 협력하여 유틸리티 결제 동전 이라는 전사적인 제품을 구축하기 위한 계획 수립 중<br>– 런던 가상화폐(Cryptocurrency) 실험실에서 결제, 거래, 스마트 채권분야 실험 진행 중 |
| 웨트스팩(Westpac)은행 – 뉴질랜드 | – 크로스보더 플랫폼을 개발하기 위해 리플(Ripple)과 제휴 |
| 시티(Citibank)은행 – 미국 | – 블록체인 기술을 활용한 자체 사이드체인 생태계 시스템을 금융권 최초로 개발함 |
| ANZ은행 – 호주 | – 블록체인의 잠재적인 활용사례 탐색을 위해 리플(Ripple)과 제휴 |
| CBA은행 – 호주 | – 자회사 간 긴급결제에 대한 블록체인 원장 시스템을 구현하기 위해 리플(Ripple) 연구소와 제휴 |
| 피도르(Fidor)은행 – 독일 | – 가상통화전환을 제공하기 위해 유럽에서는 카르켄, 독일에서는 Bitcoin Deutschland GmbH와 파트너쉽을 계약<br>– 출금계좌이체 서비스를 제공하는 리플(Ripple)연구소와 제휴 |
| 도이치(Deutsche)은행 – 독일 | – 블록체인 기술을 활용한 시스템 구축 및 표준화 추진을 위한 글로벌 은행과 R3간 파트너쉽 체결에 참여<br>– 신용화폐 지급결제, 자산등기, 파생상품, 규제보고, KYC제도, 자금세탁방지, 주식매매시스템 서비스 개선 등 다양한 사례 연구 중 |
| 유럽은행연합 (EBA, Euro Banking Association) | – 거래은행과 결제 전문가 관점에서의 Crypto-technology 보고서 발표 |
| 싱가포르 개발은행(DBS, Development Bank of Singapore) | – Startupbootcamp 및 Coin Republic과 함께 싱가포르에서 블록체인 해커든 대회 개최 |
| LHV은행 – 에스토니아 | – 컬러코인(Colored coins)에 기반한 Cuber Wallet 앱 개발<br>– Coinbase, Coinfloor와 파트너쉽을 맺고 블록체인을 적용한 디지털 보안 개발 |

• 자료 : 국내외 금융분야 블록체인(Blockchain) 활용 동향, 금융보안원, 2015.

〈표 4〉 국내은행 블록체인 기술 적용 현황

| 구 분 | 준비내용 및 적용 현황 |
|---|---|
| IBK기업은행 | – IBK 금융그룹에서 코빗 블록체인 상호협력 TF 운영<br>– IBK 핀테크 블록체인 해커톤 대회 개최(KISA와 공동 개최) |
| 신한은행 | – 골드 안심서비스 출시(위/변조와 분실위험이 없는 골드바 구매 교환증 및 보증서 발급, 퍼블릭 블록체인 활용)<br>– 외환 송금 서비스에 블록체인 기술을 적용한 스타트업과 협업 |
| KB국민은행 | – 비대면 실명확인 증빙자료 보관 시스템 구축(핀테크 기업인 코인플러그와 협업)<br>– 외환송금서비스, 개인인증서, 문서보안서비스 등에 국내 스타트업과 제휴 추진 |
| KEB하나은행 | – 국내 최초 R3CEV 참여프로젝트 수행<br>– 생체인증(FIDO)시스템 연계 거래 완성도 제공 등 계획 |
| 우리은행 | – 은행 내 블록체인 실무협의회 운영<br>– 문서인증 등 블록체인 기반 금융서비스 개발 추진 |
| NH 농협은행 | – NH 핀테크 오픈 플랫폼 사업 추진의 일환으로 서비스 모델링을 위해 핀테크 기업 20개와 양해각서를 체결 |

• 자료 : 한국금융신문, 2016.

을 중심으로 가장 활발히 연구가 진행되고 있으며, 보안관련 인프라 투자비용을 절감하고 금융거래의 효율성을 향상하는 목적으로 적극적으로 검토하고 있다. 해외 은행의 경우 블록체인의 적극적인 활용을 위해서 스타트업과 파트너십을 체결하고 관련분야 실험실에서 구체적인 설계 및 적용방안에 대해서 연구를 진행하고 있다. Goldman Sachs, Morgan Stanley, Barclays 등 글로벌 대형 은행들과 Intel, Amazon, MS 등을 포함한 50여 개 기업들이 참여하고 있다. 최근 국내 은행들도 블록체인에 대한 관심이 높아져서 핀테크 기업과의 전략적 제휴를 통해서 블록체인 기술 도입에 대한 투자를 확대하고 있다. 신한은행, KB 국민은행, KEB 하나은행, 우리은행, IBK 기업은행은 2016년 R3CEV 컨소시엄에 가입하여 서비스 모델 개발을 적극 추진하고 있다. 비금융권으로는 삼성전자, LG CNS, SK C&C 등의 ICT 기업과 페이게이트, 코인플러그, 스트리미, 블로코, 디바인랩 등과 같은 핀테크 관련 스타트업들을 중심으로 다양한 실험적 시도를 진행 중이다.

은행권 이외에도 블록체인의 활용이 기대되는 분야로는 스마트계약(Smart Contract)이 있다. 블록체인을 활용하면 계약이행 및 검증 과정이 네트워크로 자동화되어 계약실행 조건을 확인하는 사람의 간섭이 없이도 적은 비용과 합의에 근거하여 안전한 계약을 성사시킬 수 있다. 스마트 계약은 지적재산권 분야에도 적용이 가능하다. 블록체인을 통하여 소유권을 관리하고 음원 등의 구입 정보를 투명하게 공유하여 불법복제를 근절하는데 기여할 수 있다. 이외에도 스마트계약은 공유경제의 한계점인 보안과 신뢰의 문제를 해결하는데 활용될 수 있다〈표 3, 표4〉.

## 6. 맺음말

블록체인은 P2P 네트워크를 활용하여 거래 내역을 분산하여 저장함으로써 서버 설치 및 운영에 따른 비용을 줄이면서 동시에 보안도 강화할 수 있는 기술이다. 블록체인이 최근에 각광을 받는 이유는 금융거래를 비롯한 다양한 거래 혹은 계약 등에서 제3자의 중개나 보증, 공증 없이도 보안성을 보장받을 수 있기 때문이다. 블록체인은 정보의 보안성과 신뢰성 측면에서 우수하기 때문에 금융권뿐만 아니라 공공분야에도 활용될 수 있다. 과기정통부는 블록체인 기술을 공공기관의 예산집행과 감사 업무에 활용하는 방안에 대해서 연구를 추진 중이다. 서울시는 블록체인 기술을 행정 업무에 접목하기 위해 복지, 안전, 교통 등 전체 시정업무를 대상으로 블록체인의 적용이 가능한 미래 모델을 발굴하고 사업효과 및 타당성을 검토하고 있다. 한편, 한국조폐공사는 국내 공공기관 최초로 블록체인 사업팀을 출범시켜 단순 화폐 제조 사업에서 탈피하여 위 · 변조 방지기술과 IT기술을 결합한 공공 영역의 신뢰 플랫폼을 구축하기 위한 준비를 진행 중이다. 이와 같이 블록체인은 향후 경제 및 산업의 변화를 주도할 것으로 예측된다. ie매거진

## 참 고 문 헌

[1] 임종철, 유현경, 곽지영, 김선미, 2018, 블록체인과 합의 알고리즘, 전자통신동향분석-4차 산업혁명 사회의 초연결 지능과 신뢰 인터넷 기술 특집, 33권 1호, pp.45-56.

[2] Block Chain Primer - 블록체인의 기술적 이해 및 도입을 위한 첫걸음, ㈜코빗, 2016.03.

[3] 블록체인 및 비트코인 보안기술, 금융보안원(보안연구부), 2015.11.

[4] World Economic Forum(WEF), Deep Shift : Technology Tipping Points and Societal Impact, Survey Report, 2015.09.

[5] BitFury Group, Proof of Stake Versus Proof of Work White Paper, 2015.09.

[6] 블록체인기술 금융분야 도입방안을 위한 연구, 금융위원회, 2016.06.

[7] 블록체인 기술의 산업적 · 사회적 활용 전망 및 시사점, 소프트웨어정책연구소, 2017.09.

[8] Tendermint Wiki, Byzantine Consensus Algorithm, Accessed 2017, https://gitub.com/tendermint/tendermint/wiki/Byzantine-Consensus-Algorithm

[9] 국내외 금융분야 블록체인(Blockchain) 활용 동향, 금융보안원, 2015.

[10] The great chain of being sure about things, Economist, 2015.

■ 약력 | 김광훈

▫ 학력
- 2004년 POSTECH 정보통신공학과(공학석사)
- 2011년 POSTECH 전자전기공학과(공학박사)

▫ 경력
- 2011년~2015년 삼성전자 DS부문 책임연구원
- 2015년~현재 한국과학기술정보연구원 데이터분석본부 R&D투자분석사업단 선임연구원

▫ 관심분야
- 기술사업화 및 과학기술혁신정책, 데이터마이닝

# 디지털전환 시대의 변화와 기업의 대응 방안

김용진
서강대학교 경영학과 교수

## 1. 제4차 산업혁명과 온 디맨드 서비스 시스템

전 세계적으로 제4 차 산업혁명 기술들이 산업 뿐 만 아니라 경제, 사회, 문화, 복지, 의료 등 생활 전반에 걸쳐 급격한 변화를 몰고 오면서 산업간 경계의 붕괴, 새로운 산업과 생활양태의 출현 등 다양한 변화를 일으키고 있다. 세계경제포럼(World Economy Forum)은 제4차 산업혁명을 "3차 산업혁명을 기반으로 한 디지털과 바이오산업, 물리학 등의 경계를 융합하는 기술혁명"으로 정의했다.

하지만 제4차 산업혁명을 기술혁명으로 정의하면 그것이 실제로 무엇을 의미하는지 쉽게 이해되지 않는 측면이 있다. 첫째는 수도없이 많이 등장하고 있는 4차 산업혁명 기술들(인공지능, 빅데이터, 사물인터넷, 클라우드컴퓨팅, 모바일, 자율주행자동차, 생명공학 등등)이 어떤 공통점을 가지고 있길래 이들을 4차 산업혁명이라고 부르는지가 명확치 않다. 자기가 아는 기술들만 놓고 4차 산업혁명이라고 부르니 코끼리 다리만지기인 셈이다. 둘째는 도대체 4차 산업혁명은 우리 삶을 어떻게 변화시키게 될 것인가라고 하는 근본적인 질문에 대한 답이 빠져 있다. 모든 산업혁명은 그 혁명을 추동하는 기술에 기반하여 새로운 시스템을 낳았고 이를 통해 새로운 산업, 경제, 사회, 그리고 문화를 만들어냈다. 1차 산업혁명이 증기 기관을 활용해 선박이나 기차를 만들어 내면서 대량운송시스템을 낳았고 이를 통해 도시가 만들어졌으며 새로운 산업이 나타났고 새로운 문화가 나타났다. 2차 산업혁명은 전기라는 기술을 통해 대량생산 시스템을 만들어냈고 이를 통해 급격한 생산성의 향상, 대규모 회사들의 등장, 고용노동의 급격한 증가, 윤택한 삶이라는 결과를 만들어 냈다. 3차 산업혁명은 컴퓨터라는 기술을 이용해 정보시스템(자동제어시스템이나 자동화시스템도 포함한다)을 만들어내면서 산업생산의 효율성을 극대화시키기 시작했으며, 사회를 수평하게 만들기 시작했다. 여기에 효과성이라는 새로운 측면을 추가하게 되었다.

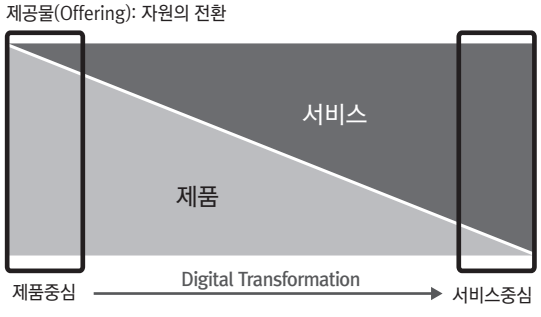
그렇다면 제4차 산업혁명은 어떻게 정의가 가능할까? 4차 산업혁명은 초연결성(Hyper Connectivity)과 초지능성(Hyper Intelligence)을 제공하는 다양한 기술들을 활용하여 무엇인가 인간의 삶에, 그리고 산업에, 경제에 변화를 가져오는 것일 것이다. 그 변화의 핵심은 인류가 아주 오랫동안 꿈꿔왔던 것들, 즉 내가 배가 고프면 그 시간에, 그 자리에서 내가 원하는 음식을 먹을 수 있고, 내가 일을 하다가 막히면 그 시점에 그 자리에서 필요한 지식이 내가 이해할 수 있는 형태로 전달되고, 내가 위기에 처하면 그 자리에서 그 위기를 벗어나게 해주는 무엇인가가 제공되는 생활혁명이라는 말이다. 즉, 내가 원하는 시간에, 내가 원하는 장소에서, 내가 원하는 형태로, 내가 원하는 제품과 서비스가 제공될 수 있도록 기술이 개발되고 활용되는 것을 제4차 산업혁명이라고 정의할 수 있다. 그것을 온 디맨드 서비스 시스템(On Demand Service System)이라고 한다.

이처럼 제4차 산업혁명이 온디맨드 서비스를 가능하도록 만드는 데는 수많은 보고서들이 언급 한 많은 기술들이 필요하다. 대다수 전문가와 문헌에서는 사물인터넷(IoT; Internet of Things), 사이버물리시스템(Cyber-Physical System), 빅데이터, 인공지능 3D 프린팅, 나노기술, 바이오기술, 신소재 기술, 에너지저장기술, 클라우드컴퓨팅, 자율주행자동차, 모바일 등을 4차 산업혁명을 견인하는 기술로 언급하고 있다. 현 세계경제포럼 회장인 클라우스 슈밥(Klaus Martin Schwab)은 그의 저서 〈제4차 산업혁명〉에서 4차 산업혁명을 몰고 온 주요 혁신 기술들을 물리학 기술(무인 운송수단/3D 프린팅/ 로봇공학/그래핀(신소재)), 디지털기술(사물인터넷/블록체인), 바이오기술(유전학/ 합성생물학/유전자 편집)이라는 세 가지 관점에서 분류하고 있다. 여기에 언급된 제4차 산업혁명의 핵심 기술은 디지털 전환(Digital Transformation)을 기반으로 한다.

## 2. 디지털전환과 제품의 서비스화, 서비스의 제품화

IBM(2011)은 디지털전환을 '기업이 디지털과 물리적인 요소들을 통합하여 비즈니스 모델을 변화시키고, 산업에 새로운 방향을 정립하는 전략'이라고 정의하였으며, IDC(2015)는 '기업이 새로운 비즈니스 모델, 제품 및 서비스를 창출하기 위해 디지털 역량을 활용함으로써 고객 및 시장의 변화에 적응하거나 이를 추진하는 지속적인 프로세스'로 정의하였다. A.T. Kearney(2016)는 디지털전환을 '모바일, 클라우드컴퓨팅, 빅데이터, 인공지능, IoT 등 디지털 신기술에 의해 생겨나는 경영환경의 변화에 선제적으로 대응함으로써 현행 비즈니스의 경쟁력을 획기적으로 높이거나 새로운 비즈니스를 통한 성장을 추구하는 기업활동'으로 설명하였다. 디지털전환에 관한 이와 같은 정의들은 기업들이 디지털 기술을 적극적으로 활용하여 새로운 변화에 적응하여 경쟁력을 확보하거나 새로운 비즈니스를 만들어내는 활동을 그 핵심 내용으로 하고 있다.

디지털전환은 사물과 사물의 커뮤니케이션, 정보의 실시간 축적 및 분석, 제품의 서비스화 및 서비스의 제품화를 가져오는 기반이다. 제품의 서비스화 혹은 제조의 서비스화는 기존에는 제품만을 생산해서 제공하던 형태가 이제는 그 제품을 통해 소비자가 추구하는 본질적인 목적, 즉 서비스라는 형태로 제공되는 것을 말한다. 자동차를 구매하는 것이 아니라 이동성 서비스를 사는 것이며, 별장을 사는 것이 아니라 휴양 서비스나 숙박 서비스를 사는 형태로 변화한다는 것이다. 이러한 변화는 이미 10여년 전부터 이루어져오고 있었는데 최근에 급격하게 진화하고 있는 네트워크 기술과 데이터분석기술에 의해 극대화되고 있다. 다시 말해, 기존 제조업이 자신들이 계획하고 제품을 미리 만들어 고객들에게 제공했다면, 4차 산업혁명 시대의 제조업은 소비자의 다양하고 즉각적인 요구 충족을 위해 빅데이터, IoT, 빅데이터, 인공지능(Artificial Intelligence) 등 다양한 기술들을 결합하여 IoT 제품기반의 서비스를 제공하는 것으로 변화하고 있다. 이러한 변화의 핵심에는 네트워크화된 스마트공장이 있다. 아디다스가 독일의 안스바흐에 3D프린팅과 완전 자동화된 조깅화 공장을 만들어 소비자들이 자신들이 디자인한 신발을 주문하면 바로 생산에 들어가는 체제로 바뀐 것이나 3D프린팅 기술을 통해 소비자가 원하는 제품을 원하는 형태로 그 자리에서 제작하는 것과 같은 형태의 제조업이 등장한다. 제조업의 서비스화는 제조업 가치사슬이 서비스를 중심으로 재편되거나 확대되는 것을 뜻하며, 특히 사물인터넷 기술의 확산으로 고객접점이 제품에서 IoT제품기반 서비스로 진화하면서 제품의 서비스 제공을 위한 매개체로서의 역할이 강화된다. 제조의 서비스화는 '제4차 산업혁명의 특징인 초연결에 따라 미래에는 모든 제품이 컴퓨팅 기능을 갖추고 네트워크에 연결되어 프로그래밍의 대상이 된다는 명제에 가장 잘 맞는 말이다. 서비스의 제품화는 기존에는 표준화되지 않고 제공자에 따라 다르며, 반복생산이 불가능하던 서비스를 소프트웨어를 통해 제품화를 하고 고객이 원하는 상태로 제공할 수 있도록 하는 것을 말한다. 로봇을 통해 서비스를 제공하거나 표준화된 플랫폼 위에 맞춤형 모듈을 입혀 온 디맨드 서




〈그림 1〉 제품중심에서 서비스 중심으로 변환을 이끄는 디지털전환

비스가 가능하도록 만들어서 서비스 생산성을 극대화 하게 된다〈그림 1〉.

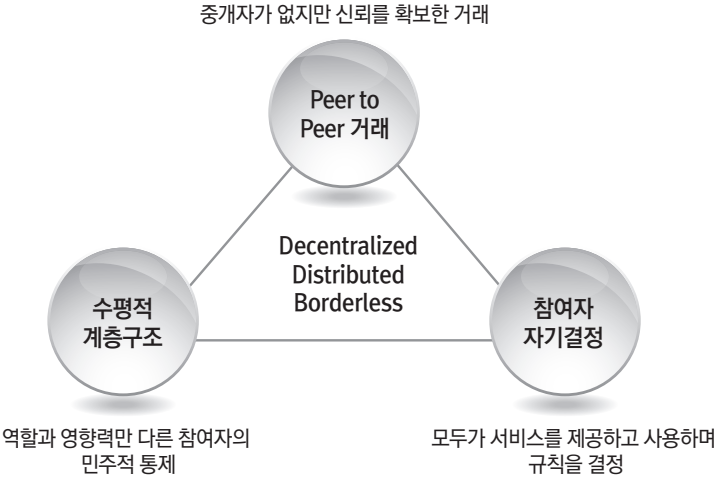
제품의 서비스화나 서비스의 제품화는 기본적으로 온 디맨드 서비스에 대응하기 위한 것으로 디지털 기술에 의존한다. 제품이나 서비스 자체의 디지털화, 전달프로세스의 디지털화, 생산/운영체제의 디지털화, 그리고 거래의 디지털화가 디지털전환의 핵심이다. 이러한 디지털 전환은 자원이나 프로세스의 표준화와 모듈화를 기반으로 이루어진다. 자원 혹은 자원에 대한 정보가 표준화/모듈화되어 있어야 고객이 원하는 시점에, 원하는 형태로 자원을 통합해서 고객이 필요한 제품이나 서비스를 만들어 낼 수 있게 된다. 예를 들어 비디오 온디맨드(Video On Demand)를 보자. VOD는 시작은 카세트테이프에 담겨있던 비디오를 디지털로 전환하는 것에서 시작됐고, 전달 프로세스가 디지털화됨으로써 온 디맨드 서비스를 가능하게 했는데, 이제는 생산체제마저 디지털로 바뀌고 있으며, 블록체인의 등장으로 거래프로세스마저도 디지털화되고 있다. 제품이나 서비스가 디지털화되고 전달체계가 디지털화되며, 생산 운영체계가 디지털화되면 이들 비즈니스들은 플랫폼 기술을 요구하게 된다. 플랫폼 기술은 초연결성과 초지능성에 기반을 두기 때문에 사물인터넷(IoT), 클라우드, 인공지능 등을 통한 발전으로 O2O(Online to Offline) 등 새로운 '스마트 비즈니스 모델'의 등장을 촉진한다.

## 3. 블록체인의 등장과 디지털전환

앞서 언급된 대로 블록체인의 등장은 거래의 디지털화에 혁명적인 변화를 가져오고 있다. 블록체인은 최초의 블록(Genesis Block)부터 이후 생성된 모든 블록에 대한 링크를 가지고 있는 링크드 리스트로, 여러 노드에 분산 저장 및 관리되는 거대한 분산 장부를 말한다. 사토시 나카모토가 블록체인 기반으로 비트코인을 만들면서 가장 강조한 것은 스스로 신뢰를 만들어 내는 네트워크라는 것이었다. 이런 관점에서 본다면 비트코인은 블록체인속의 자산으로서 개인간 거래가 가능한 Peer-to-Peer 네트워크 방식의 분권화되고 암호화된 오픈 소스 디지털 화폐라고 정의할 수 있다. 블록체인을 이해하기 위한 핵심용어는 블록, 작업증명(Proof of Work) 혹은 지분증명(Proof of Stake), 그리고 보상이다. 블록은 다수의 거래 정보의 묶음을 의미하며 블록 헤더와 거래 정보, 기타 정보로 구성된다. 블록 헤더는 버전(Version), 이전 블록해시(Previous Blockhash), 머클해시(Merklehash), 시간, 난이도, 넌스(Nonce)의 6개의 정보로 구성된다. 거래 정보는 입출금과 관련한 여러 가지 정보로 구성되어 있고 기타 정보는 블록 내에 있는 정보 중에서 블록 헤더와 거래 정보에 해당하지 않는 정보를 말한다.

작업 증명(Proof of Work)이나 지분 증명(Proof of Stake)은 새로운 블록을 블록체인에 추가하는 '작업'을 완료했음을 '증명'하는 것을 말한다. 새로운 블록을 블록체인에 추가하려면, 그 새로운 블록의 블록 해쉬를 계산해서 이 블록 해쉬 값을 식별자로 가지는 유효한 블록을 만들어내는 것을 말한다. 보상은 새로운 블록을 블록체인에 추가해서 해당 블록에 포함된 모든 거래를 유효한 거래로 확정시켜준 대가를 말하는데 새로 발행되는 비트코인과 해당 블록에 포함되는 거래의 거래 수수료의 합으로 계산된다. 비트코인에서는 채굴자가 블록을 작업증명을 통해 블록을 만들 때 채굴자의 지갑으로 일정량의 비트코인이 입금되는 거래를 그 블록의 첫 거래(Generation Transaction)로 추가하게 되며, 거래 수수료는 각 거래 당사자끼리 자율적으로 정할 수 있다.

블록체인은 사용자의 유형에 따라 프라이빗(Private), 퍼블릭(Public), 그리고 콘소시움(Consortium) 블록체인으로 구분할 수 있다. 프라이빗은 한 기관이 모든 권한을 가지고 운영하는 것이고 콘소시움은 몇 개의 기관이 공동으로 사용하는 것이며, 퍼블릭은 누구나 사용이 가능한 블록체인을 말한다. 퍼블릭 블록체인은 몇 가지 문제점이 있다. 첫째는 안정적 실행을 중심으로 설계되어 가용성이 떨어진다는 것이고, 둘째는 싱글 프로세스에 최적화 되어 있고 통신 모듈과 블록 처리 모듈 정도만 분리되어 있어, 블록체인 상에서 지원해야하는 새로운 기능들을 추가하기 곤란하다는 것이며, 셋째는 블록 처리 모듈과 분산합의 모듈의 의존성이 강해 교체가 어렵고 하드포크가 아니면 소프트웨어 업데이트가 불가능하다는 점, 넷째는 거래의 처리 속도가 느리며, 다섯째는 거래유형에 따른 차별화된 검증 및 외부 연계, 규제 준수 등이 곤란하다는 점이다. 더구나 블록체인에 가장 많이 투자하고 있는 금융권에서는 프라이빗 채널(Private Channel), 권한이 다른 노드의 생성, 신고한 거래처리 속도, 스마트 컨트랙트, 그리고 커스터마이징을 요구하고 있다. 이러한 문제점을 해결하고 새로운 요구사항을 반영하기 위해 해외에서는 R3 CEV를 중




〈그림 2〉 블록체인의 영향

심으로 전세계 43개 대형 금융 컨소시움의 블록체인 기반 차세대 금융 보안 플랫폼 실험이 진행 중이며, 블록체인 기술의 국제 표준화가 추진되고 있다.

또한 블록체인은 금융산업에서만이 아니라 보안, 교육, 자동차 리스, 음악/엔터테인먼트, 부동산, 헬스케어, 공급사슬관리, 에너지, 스포츠, 유언/유산, 정부서비스 등 다양한 분야에서 새로운 비즈니스모델을 만들어 나가는데 사용되고 있다. 금융이 아닌 산업분야에서 블록체인은 주로 거래의 디지털화를 추구하고 있는데 이는 블록체인을 통한 콘텐츠 소유권, 콘텐츠의 정확성, 콘텐츠의 거래에 있어서의 신뢰를 확보함으로써 가능해지고 있다. 여기에다가 스마트 계약을 통해 거래 자체의 시간과 조전을 통제할 수 있어 급격하게 개인간 혹은 회사간 거래를 디지털화하고 있다〈그림 2〉.

블록체인은 결국 신뢰받는 제3자가 없지만 신뢰를 확보하여 개인간 거래를 가능하게 하고, 모든 참여자가 계층이 없이 역할과 영향력만 다른 민주적 질서를 가능하게 하며, 지금처럼 권위있는 기관이나 조직이 아닌 모두가 서비스를 제공하고 규칙을 만들 수 있는 결정권을 부여하는 사회를 만들게 될 것으로 보인다.

## 4. 산업의 변화와 기업의 대응방안

이처럼 제조업이나 서비스업의 형태가 변화하면서 개별기업 공급사슬(Supply Chain)이 붕괴하고 글로벌 공급사슬이 강화된다. 디지털전환은 IoT 기술과 블록체인을 통해 축적된 빅데이터를 클라우드 방식으로 공유하고, 인공지능으로 상황을 분석, 생산 시뮬레이션을 가동하는 생산체계를 구축하도록 지원한다. 스마트 플랫폼이 구성되고 다양한 생산서비스들이 디지털화되어 이 플랫폼에서 서비스된다면 제조기반을 보유하지 않은 기업들도 스마트공장을 통해 맞춤형 대량생산을 할 수 있게 된다. 이를 일컬어 개방형 제조서비스라고 표현하는데, 스타트업 또는 중소기업이 인터넷을 통해 제품제작을 의뢰하고 스마트공장에서 제품을 생산해서 온라인 마켓플레이스를 통해 제품을 전달하는 형태로 진행된다. 이 과정에서 발생하는 정보의 기록과 개인간, 기업간 거래는 블록체인을 통해 관리되고 통제될 것이다.

만약 플랫폼을 중심으로 제조나 서비스가 이루어진다면, 기존에 규모의 경제를 확보하기 위해 중간적인 성능을 대규모로 결집해서 비즈니스를 운영하던 대기업은 분해되고, 대기업의 각 부서가 담당했던 역할을 혁신적이고 창의적인 역량을 가진 중소기업들이 맡게 된다. 즉 대기업은 해체되고 각 분야에서 탁월한 성과를 내는 중소기업들이 플랫폼을 기반으로 재통합되게 된다. 특히 제4차 산업혁명이 지향하고 있는 온디맨드 경제에서는 소비자 경험을 극대화하기 위해 데이터 중심의 서비스와 제품생산이 이루어지게 되는데, 이를 위해서는 새로운 형태의 기업 간 혹은 산업 간 협업이 이루어져야

한다. 경계가 없이 통합된 글로벌 가치사슬 상에서 높은 부가가치 영역을 확보하기 위해서는 기업간 핵심 기술력의 제휴를 통해 플랫폼 기반의 생태계를 만드는 것이 필수적이다.

기업 측면에서 보면, 기업들은 경영효율성을 높일 수 있는 다양한 수단들을 가지게 되고 고객을 보다 잘 이해할 수 있는 수단들을 더 많이 확보하게 되어 경쟁력을 확보할 수 있게 되지만 보다 치열한 경쟁 상황에 처하게 된다. 기업의 핵심 경쟁력은 물리적 자원이 아니라 데이터와 알고리즘이라고 할 수 있으며 기업 간 경쟁은 개별적인 경쟁에서 플랫폼 간 경쟁으로의 변화하게 된다. 모든 제품/서비스의 기본 기능에 컴퓨팅 기능이 핵심적인 지위를 가지게 되면서 다양한 협력관계를 구성해 데이터, 애플리케이션, 인프라 등을 활용할 수 있어야 생존이 가능하다. 기술적인 측면이 플랫폼에 융합되면서 기업이 해야 하는 가장 중요한 일은 고객이 가진 문제를 이해하고 그 문제를 풀기 위한 솔루션을 만들어서 고객이 필요한 시점에 필요한 장소에서 필요한 형태로 제공하는 것이다.

결론적으로, 디지털전환은 사물과 사물의 커뮤니케이션, 정보의 실시간 축적 및 분석, 제품의 서비스화 및 서비스의 제품화를 가져오는 기반이고 기업들이 생존하기 위해서는 자신의 산업영역에서의 디지털전환이 무엇인지를 이해하고, 자원의 사용에 있어 기존에는 제품의 형태(자원의 사전적 통합만이 가능하던 형태)로만 제공되던 것들을 고객들이 필요로 하는 시점과 장소에서 제공할 수 있도록 서비스화(자원의 사후적 통합이 가능)하는 것이 중요하다. 이러한 과정에서 블록체인은 기존의 웹과는 완전히 다른 차원의 자원 취득, 통합, 활용을 위한 인프라로 작동하게 될 것이다. ie매거진

■ 약력 | 김용진

□ 학력
- 1990년 서울대학교 경영대학(경영학 학사)
- 1998년 서강대학교 경영대학원(경영학 석사)
- 2002년 뉴욕주립대(Buffalo)(경영학 박사)

□ 경력
- 2007년~현재 서강대학교 교수
- 2002년~2007년 뉴욕주립대(Binghamton) 조교수
- 2012년~현재 한국경영정보학회 부회장
- 2013년~현재 한국 중소기업 학회 부회장, ICSB-Korea 사무총장
- 2014년~현재 아시아중소기업협의회 사무총장
- 2015년~현재 중소기업 미래포럼 회장
- 2015년~현재 스마트핀테크 연구센터장

□ 관심분야
- 지식경영, 서비스 시스템 혁신, 비즈니스 모델 혁신, 서비스사이언스, 정보기술관리, 이비지니스 전략, 이비지니스 시스템에서의 정보 퀄리티, 정보기술 가치평가

# 블록체인 기술 제조업 적용 사례 (글로벌 구매관리)

주현택
삼성SDS, 전자 · 제조컨설팅팀 수석

## 1. 머리말

블록체인 기술은 초연결 사회의 산업혁명을 이끌 핵심기술로서 네트워크 구성원이 공동으로 거래정보를 검증 · 기록 · 보관할 수 있는 분산장부 기술이다. 블록체인 기술은 특히 보안성, 투명성, 탈중개성, 신속성 등 장점을 가지고 있어 금융분야 뿐만 아니라 공공서비스를 비롯한 다양한 산업에 확산 적용되고 있다. 미국 영국 중국 등 주요국은 블록체인 기술의 활용성을 인지하고 정부차원의 정책과 연구를 발표하고 있으며 한국도 암호화폐 투자와 관련한 사회적 이슈 가운데서도 과학기술정보통신부를 중심으로 응용기술 개발과 블록체인 표준화에 집중적인 투자를 추진 중에 있다.

본 기고에서는 블록체인 기술이 제조업 가치사슬 영역에 적용됨으로써 비즈니스 성과를 얻고 있는 사례를 소개하고, 기업의 블록체인 기술 적용을 위한 제언을 전달하고자 한다. 사례 기업은 하이테크 전자 제조업에 속한 기업으로서 블록체인 기술을 글로벌 구매 관리, 유통 물류 등 분야 적용 기회를 검토하였다. 본고에서는 그 중 해외법인의 구매 계약 업무에 블록체인 기술을 적용한 사례를 소개할 것이다. 기업명과 사례는 뉴스기사를 통해 언론에 소개된 바 있으나, 본고에서는 저자 의견을 반영한 일반지식을 전달하고자 특정 명칭은 배제하여 전달하고자 한다.

## 2. 기업 적용 사례

### 2.1 블록체인 기술의 산업 활용

블록체인 기술이 가져올 산업에 대한 파괴적 영향은 금융업에만 한정되지 않을 것으로 보고 있다. 산업 곳곳에 전파 적용되기까지 여러 제도적 기술적 제약이 있겠으나 신기술의 특장점을 적극적으로 활용하기 위한 다방면의 노력은 계속 이어질 것으로 예상하고 있다. 블록체인 기반 거래는 본질적으로 네트워크의 구성원 혹은 참여자들의 분산된 합의에 의해 이루어지는 것으로 금융업 외에도 다양한 산업에 적용 가능하다.

특히, 블록체인 안에서 특정 조건이 충족되면 자동으로 작동하는 실행코드를 이용한 '스마트 계약' 기능은 네트워크에 연결된 구성원 간에 거래를 자동화하고 각자의 행위를 신뢰할 수 있는 형태로 기록하게 한다. 구성원 간의 비즈니스에 대해 제삼자(중앙집중식 관리기관) 간섭을 최소화하고 신속하게 처리할 수 있도록 하는 것이다. 제삼자의 간섭을 축소 또는 제거하는 변화는 기존의 중개자를 포함한 비즈니스모델에 있어서도 큰 변화를 이끌어 낼 수 있을 것으로 예상된다.

〈표 1〉은 국내외 여러 기관들이 블록체인 기술의 산업활용에 대해 언급한 내용을 간략히 소개하고 있다. 이제 좀 더 구체적인 대상을 가지고 구현한 제조기업 적용 사례를 살펴보기로 한다.

〈표 1〉 블록체인 기술 활용 예시(삼정KPMG, 정보통신기술진흥센터, 금융보안원 자료 종합 )

| 영역 | 변화 방향 | 활용 기회 |
|---|---|---|
| 금융 | • 금융거래의 인증 및 검증 간소화 | • 해외 송금, 청산결제 자동화<br>• 보험사기 방지 |
| 제조 및 유통 | • 공급사슬의 가시성과 투명성 제고 | • 중개기관을 대체한 상품재고 관리<br>• 상품의 위변조, 접근권한 관리 |
| 공공서비스 | • 예산집행 투명성 제고, 공공정보 안전성 | • 전자투표, 전자시민권<br>• 소유권 관리, 기록물 관리 |
| 사회 · 문화 | • 문화 예술 콘텐츠 유통구조 혁신 | • 디지털 저작권 보호<br>• 실시간 수익 분배 |

### 2.2 블록체인 기반 글로벌 구매 계약 관리

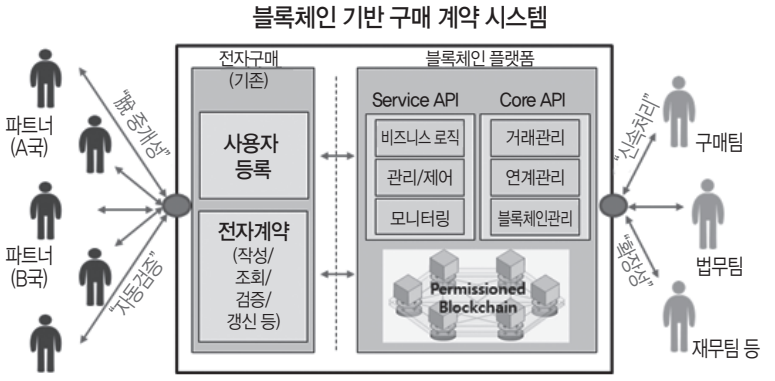
하이테크 전자제조 기업 S사는 고유의 제품 경쟁력을 기반으로 국내뿐만 아니라 중국, 베트남, 헝가리 등 해외 사업장을 운영하며 유통 채널을 지속적으로 확대해 나가고 있다. 해외법인 사업 규모가 증가함에 따라 세계 각국 파트너사를 통한 재료, 부품, 설비 구매 계약도 증가해왔다. 해외법인의 구매 계약은 국가마다 상이한 법과 제도를 준수해야 하고 구매품의 특성에 따라 계약서 작성과 변경에 대해 체계적인 관리가 요구된다. 사례기업은 구매계약의 신뢰성 확보와 업무 효율화를 위해 블록체인 기술을 검토하게 되었다.

블록체인 기술 적용 이전의 상황을 보면 국내 구매계약은 정보시스템을 기반으로 어느 정도 관리수준을 확보한 한편, 해외의 경우 계약 내용에 대한 데이터 입력과 종이문서 병행 관리로 인해 문제점이 제기되고 있었다. 국내 공급사와 구매계약은 공인인증서를 기반으로 파트너사가 S사가 운영하는 공급자 포털사이트에 접속하여 전자계약을 체결한다. 전자계약시스템은 중요 기간 시스템인 전사적자원관리(ERP; Enterprise Resource Planning), 공급망관리(SCM; Supply Chain Management) 시스템 등과도 연계되는데, 파트너와 구매 계약이 기업의 공급계획, 생산계획, 재무회계 등과 연결되는 것이다. 해외 파트너의 종이 계약서는 서류를 이송하고 검토하는데 시간이 많이 소요될 뿐만 아니라 수정되지 않은 원본임을 공인 인증할 방법이 마땅하지 않은 경우가 있다. 해외법인이 구매하는 다양한 품목에 대한 기본계약서, 단가변경합의서, 설비 등에 대한 공급계약서 등이 종이문서 위주로 관리될 경우 지속적인 갱신 과정에서 문서 유실과 변조에 대한 위험에 노출될 수 있다.

S사는 해외법인 구매 계약의 비효율과 잠재위험을 해결하기 위해서 블록체인을 기반으로 안전하고 효율적인 거래처리가 가능하도록 시스템화 하기로 결정하였다. 구매 계약 관리에 있어 블록체인 기술을 적용하면 국가마다 상이한 전자계약 관련 법과 제도를 반영하고 파트너들이 계약과정에서 블록체인을 통해 계약서를 공유하며 변경사항의 진위를 확인하도록 하는 스마트 계약 관리가 가능해 진다. 각종 계약 문서의 위 · 변조를 막고 진본을 손쉽게 확인할 수 있으며 계약 문서를 암호화한 뒤 안전하게 관리할 수 있다.

국내는 공인인증서 기반 인증체계가 적용된 한편 해외 파트너사는 표준화 된 인증체계를 적용하기 곤란하였으나 〈그림 1〉에서 보는 바와 같이 앞으로는 블록체인 기반으로 동일한 인증체계를 적용하여 신속하게 업무처리를 할 수 있게 된다. 과학기술정보통신부는 올해 법 개정을 통해 공인인증서 제도를 폐지하고 다양한 인증수단을 활용할 수 있도록 하겠다 발표하였는데, 제도 변화에 맞추어 국내와 해외 파트너사를 모두 통합하여 적용할 수 있을 것으로 예상한다. 사용자 등록과 전자계약 프로세스는 기존 시스템의 절차와 동일하지만 계약서 작성, 등록, 검증, 변경 등 일련의 과정이 블록체인 플랫폼의 비즈니스 로직과 결합되어 자동적으로 운영하도록 구현된다. 그 과정에서 업무처리 데이터는 분산원장으로 네트워크 참여자가 동일한 내용을 공유하고 상호 검증하는 원리에 따라 통제됨으로써 즉시 반영된다. 전자계약서 서명과 암호화를 위해 비대칭키(파트너 개인 Key, 공개 Key, S사 인증기관 역할) 방식을 적용하여 전자서명 결과는 블록체인에 저장한다. 〈그림 1〉은 이러한 전반의 기술적 구현 결과를 반영한 블록체인 플랫폼 구조를 설명하고 있다.

S사는 신기술 기반의 비즈니스 혁신 기회를 지속적으로 발굴해 왔으며, 블록체인 기술에 대해서도 사내 적용 가능한 여




〈그림 1〉 블록체인 기반 구매 계약 시스템 개념도

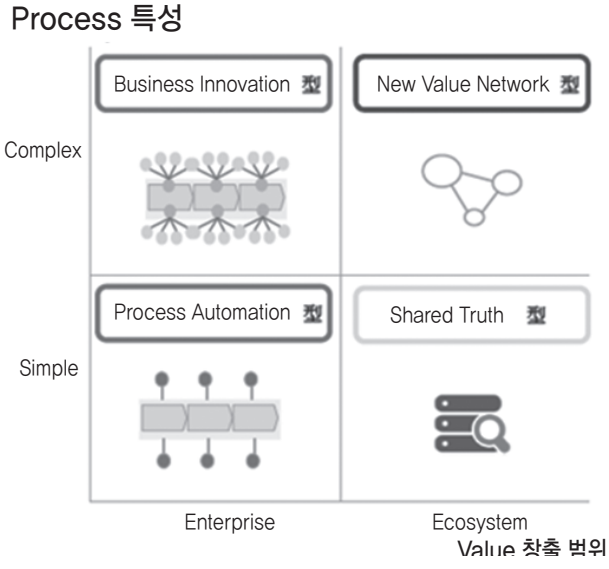
러 분야를 검토하도록 하였다. 제조업의 경우 원자재 구매, 제품 유통 관리 등 폭 넓은 영역에 기술 활용 기회가 있는 것으로 검토되었으며 대상 품목과 대상 사업장 범위에 대해서도 단계적 확산 방식으로 전개할 필요성이 있음을 확인하였다. 일차적으로 대표 해외법인을 대상으로 적용 성과를 확인한 후 이어서 전 해외법인과 국내법인을 대상으로 계약체계 표준화와 블록체인 플랫폼 적용을 확산하는 방식을 택하였다.

블록체인 기술의 적용효과는 운영 기간과 범위를 넓혀가는 가운데 실증적인 결과를 확인할 수 있겠으나 기본적으로 네트워크에 참여한 기업들 간의 투명하고 안전한 거래로부터 신뢰가 강화된다는 것을 알 수 있다. 실시간 거래처리 과정에서 기존 업무시간을 단축할 수 있으며 그 동안 범용 공인인증서를 활용함으로써 발생하고 있었던 파트너사의 인증서비스 비용이 절감될 수 있다. 신속 정확한 업무처리 개선효과는 네트워크에 참여하고 있는 거래기업의 자동화 된 업무처리로 인한 시간 단축을 종합적으로 산출하여 확인할 수 있을 것이다. 또한, 글로벌 사업장의 확대와 사업규모가 지속적으로 확대될 것으로 예상되는 상황이므로 블록체인을 기반으로 한 새로운 시스템은 유연하고 확장성 있는 거래 네트워크로서 협업 범위를 넓혀갈 수 있을 것으로 예상된다.

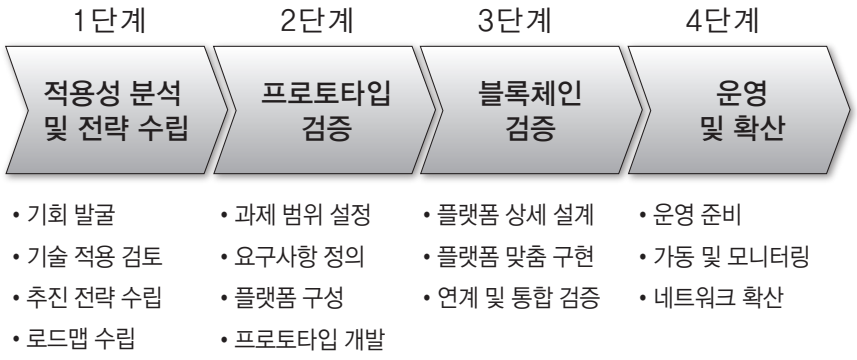
### 2.3 전략적 신기술 적용을 위한 방안

블룸버그(Bloomberg), 주니퍼리서치(Juniper Research) 등은 점점 더 많은 산업에서 블록체인 기술이 적용될 것으로 전망하고 있으며, IBM, SAP, Oracle, 삼성SDS 등 IT서비스 기업들은 블록체인 기술을 클라우드 플랫폼 솔루션으로 제공하기 위한 전략을 전개해 나가고 있다. 산업 내 적용사례가 계속해서 등장하고 있는 가운데 기술 경쟁과 표준화도 진행 중이다. 블록체인 분산저장, 스마트 계약, 권한관리, 합의 매커니즘 등 블록체인 관련 기술 개발 경쟁이 이어지고 있으며 W3C Blockchain Community Group과 ISO TC 307에서는 시스템간 상호운용성 및 데이터 교환을 위한 표준화를 추진하고 있다.

한편, 신기술의 적기 도입이 비즈니스 성과로 이어지기 위해서는 먼저 신기술을 통한 가치 창출 범위를 해당 기업 혹은 산업 내 연관 기업 등이 포함된 생태계로 확장할 것인지, 가치사슬 프로세스 관점에서 핵심적인 단위 프로세스 혹은 복합적으로 연결된 프로세스 영역을 선택할 것인지 종합적으로 검토해 보아야 한다. 기업의 가치창출 범위와 프로세스 특성을 검토하여 최대의 적용효과를 얻을 수 있는 유형과 대상을 선택하도록 한다. 〈그림 2〉는 블록체인 기술 적용 유형을 설명하고 있는데 기업은 고유의 가치창출 기회 영역을 탐색하는 관점으로서 이를 참고할 수 있을 것이다.




〈그림 2〉 블록체인 기능 적용 매트릭스(삼성SDS)




〈그림 3〉 블록체인 기술 적용(삼성SDS)

Process Automation 유형은 물류 트래킹과 같이 정형화된 프로세스 상에서 데이터 정합성과 무결성을 블록체인으로 자동화를 통해 강화하는 사례에 해당하며, Business Innovation 유형은 신용장 거래절차나 자동차 리스 등과 같이 복합적인 업무 프로세스 상에서 거래구조를 블록체인을 기반으로 혁신하는 사례에 해당한다. Shared Truth 유형은 의료기록 공동 이용이나 원산지 증명 등과 같이 단순 프로세스 영역에서 네트워크 구성원의 정보 이용과 권리를 강화하는 사례에 해당하며, New Value Network 유형은 해당 산업 내 생태계 구성원에게 새로운 가치를 제공하는 신사업으로 사물인터넷과 블록체인을 결합한 일대일 상품거래 사례에 해당한다.

기업 적용을 위한 절차적 방안으로는 단계적 접근을 제안한다. 기업의 블록체인 기술 적용기회에 대하여 기술구현을 위한 접근방법으로 '적용성 분석 및 전략 수립' , '프로토타입 검증' , '블록체인 적용' , '운영 및 확산' 등의 단계적 접근을 참고할 수 있을 것이다. 전략적 선택과 집중을 고려한 접근법으로서 '적용성 분석 및 전략 수립' 단계에서는 블록체인 기술에 대한 이해를 기반으로 해당 기업에 연관된 다양한 기회를 도출하고 네트워크 구성원을 대상으로 한 이해관계 및 효익 측면의 적용성, 기술플랫폼의 적용성을 분석하여 추진 전략과 로드맵을 수립한다. 다음으로 '프로토타입 검증' 단계에서는 블록체인 적용 기회에 대한 프로토타입 범위와 요구사항을 상세화 하고 기술플랫폼 구성을 명확히 정의한 후 프로토타입 개발과 검증을 진행한다. 네트워크 구성원의 이해관계와 정보화 환경 등을 고려하여 실제적 구현범위와 이후 계획을 명확히 할 수 있어야 한다. '블록체인 적용' 단계에서는 프로토타입의 개선점을 반영하여 구현하고 연계 및 통합 테스트를 완료하며, 마지막으로 '운영 및 확산' 단계에서는 블록체인 적용 후 운영 결과를 점검하고 운영 안정화 혹은 확산 적용을 위한 과제를 진행한다. 기업 고유의 상황에 맞추어 성공사례를 확보하고 확산할 수 있는 추진 노력이 중요하다.

## 3. 맺음말

본고를 통해 독자 여러분에게 기업 현장에 블록체인 기술이 적용된 사례를 소개하고 실용적인 변화와 연구에 도움이 되고자 하였다. 신기술 적용에 있어서는 다양한 우려와 난관이 현실적으로 존재하므로 이를 극복하는데 전문가의 의견을 참고하고 실행 노력을 집중할 수 있어야 한다고 생각한다. 기업 적용을 위한 고유의 추진로드맵은 블록체인 기술의 발전과 표준화 동향을 고려하되 기회를 선점할 수 있도록 솔루션 적용의 시기를 맞추어야 한다. 또한, 블록체인 서비스의 시범 테스트 과정에서 블록체인 운영에 대한 안정성과 처리속도를 보장할 수 있는 플랫폼을 준비하도록 한다.

글로벌 경제의 불확실성과 한국을 둘러싼 경제적 난관 속에서 제조기업의 위기감이 여전한 상황이다. 그 가운데서도 한국기업이 가진 열정과 끈기가 4차 산업혁명의 원동력으로 발휘된다면 다양한 산업 영역에서 세계 선도의 계기를 만들 수 있으리라 생각하며 독자 여러분의 건승과 발전을 기원한다. ie 매거진

## 참 고 문 헌

[1] 이광용, 김광석, '블록체인이 가져올 경영 패러다임의 변화', 삼정KPMG 경제연구원, 제60호, 2016.
[2] 박종훈, '금융을 넘어 모든 비즈니스에 파괴적 영향을 미칠 블록체인', 정보통신기술진흥센터, 2016.
[3] 블록체인 응용기술 개발 현황 및 산업별 도입 사례', 금융보안원, 2017.
[4] 삼성SDS, 삼성SDI 전자계약 시스템에 블록체인 적용한다', 연합뉴스, 2017. 8. 10.
[5] 삼성SDS 블록체인, 제조업에도 첫 적용', 중앙일보, 2017.8.10.
[6] 김영재, 김동호, 블록체인 표준화 동향 및 전략적 대응방안 연구', 한국통신학회, 2017.
[7] 다양한 산업에 확장 가능한 블록체인을 만나보세요', 삼성SDS. https://www.samsungsds.com/global/ko/solutions/bns/blockchain/Blockchain.html

■ 약력 | 주 현 택

□ 학력
• 고려대학교(경영학 박사)
• 서울대학교(산업공학 석사)
• 한양대학교(산업공학 학사)

□ 경력
• 삼성SDS에서 사업기획, 전략기획 부서에 근무하였으며, 2002년부터 컨설턴트로서 대통령비서실, 특허청 등 공공 부문 정보화전략계획 컨설팅을 수행하였고 2007년부터 삼성관계사 등 전자/제조업 고객사 대상으로 정보화혁신 컨설팅을 수행하고 있다.

# 스마트워치의 성공을 위한 제언

김경도
홍익대학교 산업공학과 조교수

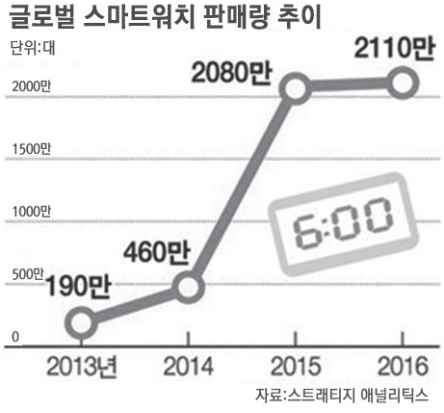
## 1. 스마트워치

스마트워치는 손목시계 형태의 모바일 디바이스로, 다양한 기능을 수행할 수 있는 플랫폼이며, 사용자에게 친숙함을 제공하는 웨어러블 디바이스로 정의된다. 스마트워치는 기존 모바일 디바이스에 비해 작은 디스플레이 크기를 가지면이로 인해 한 화면에 제공할 수 있는 정보의 양에 제약이 있어, 기존과는 다른 인터페이스 제공 방식이 필요할 것이다. 또한 스마트워치는 신체에 부착할 수 있는 착용 가능한 웨어러블 기기로서, 사람의 신체 상황을 체크하고 필요한 정보를 알려주는, 사람과 의사소통하는 기기이다. 사람의 신체와 관련된 거의 모든 분야로 웨어러블 기기가 적용될 것으로 전망되고 있으며, 웨어러블 기기 중 스마트워치는 일반 소비자들이 일상적으로 사용하기 시작한 상품군으로 인식된다. 이러한 웨어러블 특성을 활용하여 알림의 내용에 따라, 시각, 청각, 촉각과 같은 감각적 전달 방식을 활용해 차별적인 알림을 제공할 수 있으며, 웨어러블 장치의 특성을 활용해 이용자가 요구하지 않더라도 필요한 정보를 사용자에게 수시로 제공할 수 있다.

## 2. 전망

현재 스마트워치 시장을 주도하고 있는 제품들은 삼성 갤럭시기어, 애플워치, 페블워치 등이며 이들은 공통적으로 다양한 모듈이 소형 폼팩터에 통합되어 새로운 경험을 제공한다. 스마트워치의 기능으로는 스마트폰에 대한푸시 알림, 음성 인식, 헬스케어 등이 있으며 스마트워치의 높은 시장 잠재성이 예측되어 왔음에도 불구하고, 기술적 제약 및 낮은 매력도 등의 이유로 시장 진입이 더딘 상황이다. 기술적인 단점으로는 짧은 배터리 수명, 부정확한 센서 인식, 보안 문제가 있으며, 제품 편의성도 다소 떨어지는 실정이다. 또한 스마트워치는 웨어러블 디바이스 중 많이 알려져 있을 뿐이지 실제로는 일부 소비자 그룹만 이용한다는 비판적인 내용도 존재한다. 이러한 스마트워치의 낮은 시장성이 언급되기도 하지만 일부 시장조사기관에서는 스마트워치 시장 규모의 확대를 전망하고 있으며〈그림 1〉, 기존의 단점을 보완하고 다양한 사용처를 제안한 스마트워치가 등장함에 따라 현 상황에 반전을 기대할 수 있다는 전망도 존재한다.

이처럼 다소 불투명한 스마트워치 시장에서의 성공을 위한 방법 모색의 일환으로 본 저자가 참여한 몇 가지 연구를 소개




〈그림 1〉 글로벌 스마트워치 판매량 추이

함으로써 그 방안을 공유해 보려 한다.

## 3. 메뉴 제공방식 검토[1)]

스마트워치는 스마트폰을 포함한 다른 스마트 디바이스보다 디스플레이의 크기가 제한적이다. 작은 디스플레이는 스마트워치의 사용 시 많은 제약을 야기한다. 모바일을 활용한 기능이 다양해짐에 따라, 모바일 환경에서 제공되는 UI(User Interface) 연구가 활발히 진행되었다. 작은 화면으로 인해 데스크탑의 UI 형태를 그대로 적용시키기에는 부적합했기 때문이다.

디스플레이 크기의 차이를 고려하지 않고 기존 데스크탑에 사용되던 인터페이스를 단순히 작은 화면에 적용하는 것은 실용적이지 않을 것이다. 스마트폰보다 더 작은 디스플레이를 가지고 있는 스마트워치 화면에 기존 방식의 인터페이스를 적용하기에는 한계가 존재한다. 따라서 스마트워치는 작은 화면에 적합한 아이콘이나, 레이아웃 등을 고려하여 인터페이스를 설계해야 한다. 현재 다양한 기능들이 스마트워치에 도입되고 있지만, 화면 제약으로 인해 제공할 수 있는 정보는 제한적이다.

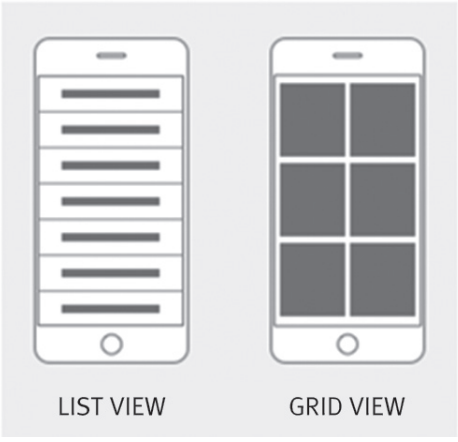
따라서 Park et al.(2018)의 연구는 스마트워치의 제한된 터치스크린 화면에서 효율적인 정보탐색을 가능하게 하는 메뉴 제공 방식을 도출하려 하였다.

대표적인 인터페이스 표현 양식인 리스트 타입과 그리드 타입을 스마트워치 환경에서 비교하였고〈그림 2〉, 스크롤 방식, 적절한 페이지로 나누어 화면 이동하는 페이징 방식을 살펴보았다. 또한 한 화면에 보여지는 적절한 아이템의 수를 살펴보았다.

그 결과 스마트워치의 제한된 터치스크린 화면에서 효율적인 정보 탐색을 가능하게 하는 메뉴 제공 방식을 아래와 같이 도출하였다.

같은 수준의 아이템들을 제공할 경우

1. 완료시간 및 탐색용이성 관점에서는 한 화면에 가능한 한 많은 아이템이 보여지게끔 설계되어야 한다.




〈그림 2〉 리스트 메뉴와 그리드 메뉴의 화면구성

1-1. 특히 탐색 용이성을 높이기 위해서는 리스트 타입이 적절하다.

2. 반면, 만족도의 관점에서는 한 화면에 적은 아이템이 보여지게끔 설계되어야 한다.

2-1. 이 경우에는 그리드 타입이 적합하다.

3. 스크롤과 페이징 방식은 혼재하여 사용하지 않도록 한다.

상하위 개념으로 범주화될 수 있는 아이템들을 제공할 경우

1. 완료시간 및 탐색용이성 관점에서는 한 화면에 많은 아이템이 보여지게끔 설계되어야 한다.

2. 범주화하여 메뉴의 Depth를 제공해야 한다

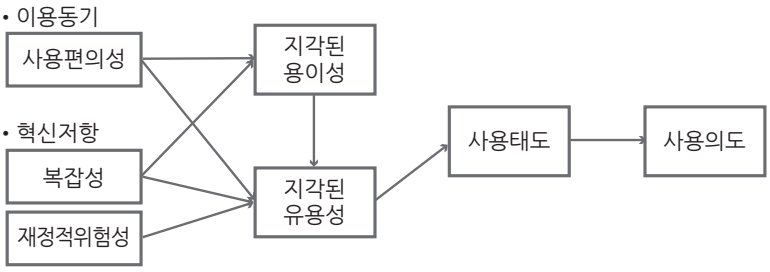
두 경우 모두, 한 화면에 많은 아이템이 보여질 때 완료시간 및 탐색 용이성 관점에서 좋은 결과를 보였다. 반면 만족도 측면에서는 한 화면에 적은 아이템이 보여지는 것이 좋은 결과를 보였다. 이러한 결과를 참고하여 스마트워치 제조사들은 스마트워치 메뉴 제공방식에 관한 의사결정을 할 수 있을 것으로 판단된다.

## 4. 브랜드 앱의 활용[2)]

최근 스마트폰이 대중화되면서 모바일 브랜드 앱이 기존

1) Park, K., Jeong, M., & Kim, K.(2018) Usability evaluation of menu interfaces for smartwatches, Journal of Computer Information Systems, in press.

2) Jeong, M., Park, K., & Kim, K.(2018) A survey of what customers want in smartwatch brand applications, submitted to Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries.




〈그림 3〉 기술 수용 모델 연구 결과

방식의 모바일 광고를 대체하는 수단으로 인식되고 있다. 브랜드 앱 광고란 기업이 직접 배포하는 애플리케이션이나 광고 플랫폼 내에 브랜드를 입점하여 홍보하는 방식으로, 소비자에게 유용한 정보의 제공과 체험을 동시에 제공함으로써 브랜드 노출과 상호작용을 극대화하려는 전략이다. Gupta (2013)는 앱 광고가 일반 광고처럼 인식되지 않기 때문에 모바일 광고의 새로운 대안으로 잠재력이 높다고 강조하면서, 기존 모바일 광고가 브랜드 앱 기반의 모바일 광고로 전환될 것이라고 주장했다.

이처럼 모바일폰의 앱 마케팅이 사용자의 경험에 따라 브랜드와 기업에 대한 높은 수준의 관여와 몰입을 유발하여 궁극적으로 브랜드 앱 기반의 광고 메시지가 훨씬 설득적일 수 있다.

또한 브랜드 앱 광고는 사용자의 관심과 필요에 따라 선택한 앱에 고객에게 적절한 정보가 자연스럽게 노출되므로 광고는 정보의 일부이자 편익으로 작용될 것이다.

모바일앱은 이전에 할 수 없었던 작업을 가능하게 하거나 작업의 효율성을 높여주는 응용 프로그램이다. 이러한 모바일 앱은 스마트워치 앱 시장에도 적용되어 확대되고 있다. 실제 스마트워치 전용 앱 개수가 이미 3,000개가 넘었으며, 계속해서 다양한 앱의 개발이 이루어지고 있다. 결국 새로운 광고 매체로서 스마트워치에 대한 관심이 높아지고 있는 시점에서 광고를 적절하게 사용하고, 스마트워치 이용자 수를 늘리기 위한 스마트워치 브랜드 앱의 사용의도에 대한 연구가 필요했다.

Jeong et al. (2018)의 연구는 스마트워치브랜드 앱의 사용의도에 초점을 두어 사용자들의 니즈에 따라 능동적으로 이용하는 긍정적인 측면에서의 이용동기 요인과 혁신적이고 우수한 기능이라도 사용자의 입장에서 거부가 발생할 수 있는 부정적인 측면에서의 혁신저항에 대해서 분석하고자 하였다. 사용자들이 무엇을 원하고 거부하는지에 대한 분석을 통해서 스마트워치 브랜드 앱이 가져야 할 특성에 대해 파악했다.

또한 스마트워치의 브랜드 앱의 이용유형을 구분하고, 실제로 어떠한 브랜드 앱이 사용의도가 높은지에 대한 분석을 실시함으로써 브랜드 앱 개발에 있어 실무적 방향성을 제시해 주고자 하였다.

그 결과 검증된 기술수용 모델은 〈그림 3〉과 같다.

또한 스마트워치 환경의 브랜드 앱 사용에 있어 참고해야 할 사항은 다음과 같이 도출되었다.

1. 긍정적인 측면에서의 이용동기로 높은 사용편의성이 제공되어야 한다.
2. 부정적인 측면에서의 혁신저항으로 낮은 복잡성 및 재정적 위험성이 요구된다.
3. 음악, 날씨 정보, 기본 전화 기능, SNS, 내비게이션, 기본 SMS, 생산성(다이어리, 일정 등)의 브랜드 앱 개발이 필요하다.
4. 전자책, 게임, 스포츠, 엔터테인먼트(웹툰, 동영상), QR코드/바코드인식, 금융, 사진 및 동영상의 브랜드 앱 개발필요성은 낮아 보인다.

Jeong et al. (2018)의 연구는 초기의 광고 매체로 그 성장성이 주목되고 있는 스마트워치의 브랜드 앱 활용에 대한 연구를 진행했다. 사용자가 무엇을 원하고 거부하는지에 대한 연구로 이용동기와 혁신저항에 대해 분석했으며, 실제 사용의도가 높은 이용유형과 낮은 이용유형에 대한 실증연구를 실시했다. 이러한 결과를 활용하여 스마트워치 브랜드 앱을 만들고 광고함에 있어 참고할 수 있을 것이다.

나아가 스마트워치 브랜드 앱의 높은 활용으로 스마트워치의 시장 자체의 성장도 예상해 볼 수 있다.

## 5. 아날로그 시계에 스마트노티 기능 추가[3)]

이제까지스마트워치 자체에 대한 연구였다면, 이후의 내용은 스마트워치를 새롭게 바라보는 것에서 시작한 연구이다. 이 연구의 출발은 아래와 같다.

스마트워치의 안정적인 성공을 위해서는 배터리 수명 문제를 해결해야 한다. 스마트워치의 주요 관심사는 배터리 수명으로 소형 폼팩터로 인한 배터리 부족이 발생하기 쉽기에 빈번한 충전이 발생된다. 이는 기존에 충전이 필요없었던 아날로그 시계와 비교했을때 큰 차이를 발생시켜 스마트워치의 성공에 방해가 될 것이라 추측할 수 있다. 실제로 한 연구에서 참가자들은 스마트워치의 배터리 수명에 대해 만족하지 않았고 일주일에 한 번 이상 방전된 경험이 53%로 확인되었다. 스마트워치 배터리 부족 문제의 주된 원인으로는 많은 연구에서 디스플레이의 에너지 소비를 지적했다.

스마트워치의 배터리 문제와 기능의 수는 트레이이오프 관계를 가진다. 따라서 Sim et al.(2018)은 불필요한 기능을 줄이고 핵심 기능만 사용하여 배터리 문제를 해결하는 접근방식을 제안하려고 했다. 스마트워치의 기능을 줄이기 위해 주로 사용되는 기능에 대해 조사하였고 알림 기능이 스마트워치의 주요 기능이며 사용 이유가 알림 시스템을 이용하기 위해서라는 언급이 있었다. 추가적으로 알림 기능의 사용 행태를 살펴보면 대다수의 스마트워치 사용자가 스마트워치에서 메시지를 잠시 읽고 다시 스마트폰을 이용하여 읽는 것을 선호하였는데, 이는 스마트워치의 제한된 입출력 방식의 불편함으로 인해 발생하는 사용 행태이다. 정리하면 스마트워치의 주된 기능은 알림이며, 입출력 기능의 제한으로 스마트워치가 보조장치로 사용되고 있음을 알 수 있다. 따라서 Sim et al.(2018) 의 연구는 기존 아날로그 시계에 스마트한 노티 기능을 추가하여 삼성의 갤럭시 기어 스마트워치와 비교 실험을 진행했다.

사용자들은 모든모바일앱의 알림에 대해 동등한 중요도를

〈그림 4〉 노티 유형 4가지 및 중요도에 따른 채도 변화

갖지 않는다. 따라서 사용자가 중요하게 생각하는 알림이 무엇인지 파악하고 스마트워치에서 제공할 알림을 선별해야 한다. 사용자는 IM(Instant Message), E-mail의 2가지 앱의 알림을 중요하게 생각했다. 이 외에도 스마트폰의 가장 기본적인 기능인 전화앱을 고려하지 않을 수 없다. 따라서 IM(text message도 포함), E-mail, 전화앱과 시스템 알림 등이 포함된 기타 노티까지 총 4가지를 고려한 프로토 타입을 설계했다 〈그림 4〉.

IM, E-mail, 전화, 기타 노티 4가지 알림의 구분을 위한 시각적 요소로 아이콘과 빛 펄스를 사용했다. 빛 펄스란 특정 알림의 깜빡이는 패턴을 의미하며 이러한 빛 펄스만으로 알림 간의 구분이 가능하도록 할 수 있다. Prototype에는 E-mail(Heartbeat), IM(Pulse Fast), 전화(Blink Decreasing), 기타 노티(Blink Increasing)로 노티와 빛 펄스 간의 관계를 설정하여 적용했다.

Sim et al.(2018)의 연구는 고해상도 디스플레이를 사용하지 않고 아날로그 시계에 알림 기능만을 추가한 새로운 유형의 스마트워치를 개발함으로써 고해상도 디스플레이를 사용하는 기존의 스마트워치의 문제점인 빠른 배터리 소모를 극복했다. 기존에 없던 새로운 알림 시스템이며 시각적, 촉각적으로 인코딩된 정보를 바탕으로 알림의 종류와 중요도를 구분할 수 있도록 했다. 새로운 알림 시스템에 대한 UX 평가를 위해 시장에서 검증되었고 많은 사용자를 보유한 삼성 갤럭시기어 S3와 비교연구를 수행했다. 그 결과 본 시스템은 기어 S3에 뒤지지 않는 만족스러운 사용자 경험을 제공함을 알 수 있었다. 그 결과 아날로그 시계 기반 스마트워치의 알림 시스템에 대한 디자인 가이드라인을 도출했다.

1. 사용자는 스마트워치의 각 앱 내에서 알림에 대한 중요도 구분을 원하며, 중요도 구분은 알림의 발신자 기준으로 하며 두 단계로 구분한다.
2. 사용자는 빈번한 알림에 짜증을 느끼므로 중요도가 낮

3) Sim, J., Yim, Y., & Kim, K.(2018) HaptiWatch : Convergence of Analog Watch and Smart notification, submitted to International Journal of Human-Computer Interaction.

은 알림은 중요도가 높은 알림에 비해 사용자의 주의를 적게 끌도록 피드백을 설계해야 한다.

3. 스마트워치의 각 앱 간 구분을 서로 다른 빛, 진동 펄스로 인코딩할 수 있고 이때 쉽게 구분되는 펄스만을 사용한다.
4. 알림의 중요도를 색으로 인코딩할 때 색의 채도 차를 이용하는 것이 좋고, 색약 사용자를 고려하여 극단적인 채도 차로 설정한다. 이 때 중요도가 높은 알림의 색을 높은 채도로 설정한다.
5. 알림의 중요도를 진동 펄스로 인코딩할 때 진동의 강도를 다르게 하는 것이 진동 펄스의 길이를 다르게 하는 것보다 구분하기 쉬우므로 중요도가 높은 알림의 진동 강도를 높게 한다.
6. 스마트워치가 물리적, 정신적인 제약이 있는 상황에서 사용되는 것을 고려하여 사용자에게 짧은 시간 내에 알림의 종류, 중요도 정보를 전달할 수 있도록 설계한다.

## 6. 맺음말

스마트워치는 장점과 이슈가 공존한다. 스마트폰을 완전 대체하기는 쉽지 않아 보이며 알림을 활용한 스마트폰의보완재 기능이 더욱더 강조되어야 할 것으로 보인다. 스마트워치의 성공을 위해 적합한 메뉴 제공방식 연구를 소개하고 브랜드 앱의 활용을 제안하는 연구를 알려드리며 나아가 새로운 알림 기능을 적용한 스마트워치 연구를 공유해보았다. 본 글을 통해 스마트워치 관련자들의 전략 및 방향 설정에 도움이 되길 바란다. IE매거진

### 참 고 문 헌

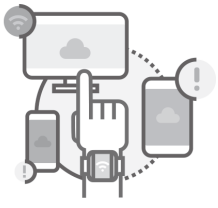
[1] Gupta, S. (2013), For mobile devices, think apps, not ads. Harvard Business Review, March, pp. 71-75.

약력 | 김 경 도

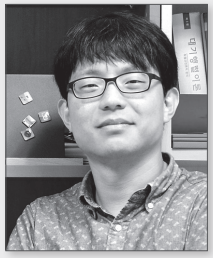
□ 학력
- 1999년 서울대학교 산업공학과(공학사)
- 2003년 서울대학교 산업공학과(공학석사)
- 2011년 퍼듀대학교 산업공학과(공학박사)

□ 경력
- 2011년~2012년 삼성전자 UX센터 책임연구원
- 2012년~현재 홍익대학교 조교수
- 2003년~2007년 SK텔레콤 매니저

□ 관심분야
- HCI(Human-computer Interaction), UX 평가/디자인, User research



# 복잡성 비용(Complexity Cost)과 모듈화 아키텍처 (Modular Architecture)



강창묵
숭실대학교 산업정보시스템공학과 교수

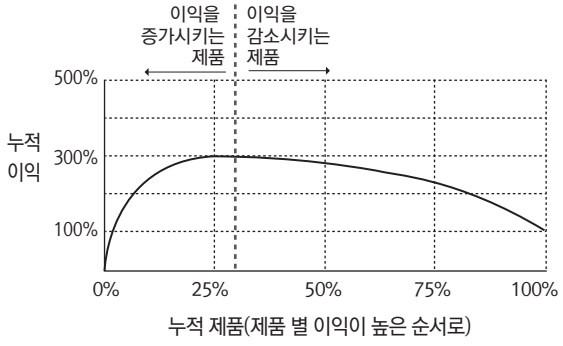
## 1. 복잡성의 원인

최근 산업계에 '복잡성 비용'에 대한 관심이 높다. Wilson and Perumal[1]의 책에 등장한 '복잡성 비용'이라는 용어가 유행한 지는 얼마 되지 않았다. 하지만 누구나 그 이름으로부터 의미를 짐작할 수 있을 것이다. 기업의 복잡한 무언가에 의해 발생하는 비용, 다시 말해 단순하다면 발생하지 않았을 비용이 복잡성 비용이다. 그렇다면 복잡하다는 것은 무엇인가? 사전적으로는 이를 "일이나 감정 따위가 갈피를 잡기 어려울 만큼 여러 가지가 얽혀 있다"[2]로 정의한다. 일단 복잡함이란 일이나 대상이 여러 가지 일 때, 즉 그 수가 많을 때 성립한다. 대량 생산이 시작된 이후로 기업의 생산 수량은 급진적으로 늘어났고, 이를 위해 많은 자원을 보유하고 많은 사람을 고용하게 되었다. 이를 관리하는 일은 그 자체로 복잡하기 때문에 중복 투자와 중복 업무, 관리 비용 비대화 등 작은 조직과 소량 생산 체제 하에서는 발생하지 않았을 복잡성 비용이 발생하기 시작했다. 하지만 이른바 규모의 경제(Economies of Scale) 효과는 이를 상쇄할 수 있을 만큼 컸기 때문에 여기에 큰 관심을 두지 않았다.

그렇다면 최근 들어 복잡성 비용이 주목 받는 이유는 무엇일까? 시장이 다변화하고 이른바 대량맞춤화(Mass Customization)의 시대가 되면서, 기업은 더 많은 제품을 판매하기 위해 더 다양한 제품을 필요로 하게 되었다. 주변에서 흔히 보는 제품들도 실제로 찾아보면 종수가 엄청나게 많다는 것을 알 수 있다. 예를 들어 온라인 쇼핑몰에서 노트북 컴퓨터를 검색해 보면 한 제조사의 제품만 수백 종을 넘는다. 소비자가 노트북을 고를 때는 고작 서너 종류의 제품을 비교할 뿐인데도 말이다. 서로 다른 제품 종류의 수, 즉 '종수의 증가'는 복잡성 비용을 기하급수적으로 상승시켜 더 많이 팔수록 비용이 오히려 증가하는, 이른바 규모의 비경제(Diseconomies of Scale)를 가져오고 있다.

일반적으로 같은 종류의 제품으로 두 배의 수량을 생산한다면 두 배보다 적은 자원과 사람이 필요하다. 개발 비용이 필요치 않고, 병목이 아닌 자원의 남은 생산능력을 활용할 수 있기 때문이다. 하지만 새로운 제품 종류를 추가하여 생산량이 늘어나면 두 배 이상의 자원과 사람이 필요한 경우가 많다. 일단 개발비가 추가로 소요되고 범용 생산 자원이 아니면 생산 능력이 남아있더라도 활용할 수 없기 때문이다. 제조업 협력업체에서는 최종생산자가 제품 종류를 추가하면 그대로 같은 규모의 생산 라인을 추가하는 경우를 쉽게 볼 수 있다. 여기에 제품 자체의 구조가 복잡한 경우에는 종수 추가로 인한 복잡성이 기하급수적으로 증가한다. 제품의 구조가 복잡하다는 것은 제품을 이루는 부품의 수가 많고, 부품과 부품 간의 기능적 종속성과 간섭 등의 관계가 여러 부품 사이에 얽혀 있다는 것을 말한다. 대표적으로 자동차나 항공기 등을 들 수 있다. 이 때문에 기능적으로는 아주 조금만 다른 두 제품도 물리적으로는 상당 비율의 부품을 따로 쓰게 된다.

정리하자면 본고에서 논하고자 하는 복잡성은 제품 다양성, 즉 종수 증가에 따른 복잡성이다. Elmaraghy et al.[3], Hu et al.[4] 등도 제품의 다양성 증가에 따라 제품 수명주기 전체에서 발생하는 복잡성 비용에 대해 강조한 바 있다. Wilson and Perumal[1]은 고래 커브(Whale Curve)라는 그림




〈그림 1〉 고래 커브[1]

을 통해 제품의 다양성이 기업의 수익에 미치는 영향을 설명했다. 〈그림 1〉과 같이 기업이 판매하는 제품을 이익이 높은 순서대로 늘어놓으면 상위 20~30% 정도만 누적 이익을 증가시키고, 나머지 제품들은 오히려 이익을 잠식하여 결국 기업이 누리는 이익은 최대치의 1/3 남짓이라는 것이다. Wilson and Perumal은 이 같은 커브를 많은 기업의 실증 사례를 통해 확인할 수 있었다고 밝히고 있다. 복잡한 제품의 대명사라 할 수 있는 자동차 산업에서는 복잡성 비용에 대한 관심이 특히 높다. Hu et al.[4]은 단일 차급의 자동차가 가지는 종수만 $10^{17}$가지에 이른다고 지적한 바 있다. 이에 독일 자동차 업계에서는 매년 Smart Automotive Variant CON[5] 이라는 행사를 개최해 자동차 제조업체와 컨설팅 업체, 학계 간에 제품 다양성과 그로 인한 복잡성 관리를 위한 기법을 공유하고 있다.

## 2. 복잡성 비용 = 숨겨진 비용

이미 정의한 바와 같이 복잡성 비용이란 제품이 너무 다양하기 때문에 발생하는 비용이다. 따라서 복잡성 비용을 줄이기 위해서는 제품의 종수를 줄여야 한다. 이 때문에 현업에서 제기하는 가장 빈번한 질문이 '이 제품의 복잡성 비용은 얼마인가'이다. 매출은 낮고 복잡성 비용은 높은 제품이 퇴출 대상이 되어야 하기 때문이다. 현업에서는 이 비용을 산정하기 위해 일반적인 원가 계산 방식을 그대로 적용하곤 한다. 회계 장부 상의 비용 요소를 하나하나 분류하고 이를 다시 제품 별로 합산하는 것으로 상향식(Bottom-up) 산정법이라고도 한다. 제품 별로 부과 대상이 확실한 개발비나 전용 장비 비용 등은 이 방식으로 산정하는 것이 타당할 수 있다. 하지만 상향식 방법은 간접비 비중이 높은 생산과 서비스 과정의 복잡성 비용을 지나치게 과소평가하는 문제점이 있다. 이 때문에 제품 종수를 줄이더라도 비용은 크게 줄지 않는 것으로 보이게 되고, 확실한 퇴출 대상을 목격하지 못한 조직 구성원들은 복잡성 비용의 존재 자체에 회의적이 되기 쉽다.

복잡성 비용이 과소평가되는 이유는 대부분의 비용이 회계 장부에는 나타나지 않는 이른바 숨겨진 비용(Hidden Cost)이기 때문이다. 복잡성 비용이 장부에서 숨겨지는 이유는 크게 두 가지로 볼 수 있는데 첫째는 이 비용이 복잡하지 않은 상태에서 달성 가능한 비용에 대한 기회비용이기 때문이다. 제품 종류를 줄이면 원재료 구매 시 물량 할인이 가능할 뿐 아니라, 생산성 향상을 통한 비용 절감 또한 가능하다. 특히 흐름생산 공정에서는 공정 균형을 위해 제품 별로 생산라인을 분리하는 경우가 많다. 이때 각 라인의 비병목(Non-bottleneck) 공정은 생산성 향상 노력이 불필요하다. 하지만 제품 종류가 하나로 줄어 라인이 통합되면 자원 투입량을 줄이면서(이를 테면 각 라인 별로 2명의 작업자가 하던 작업을 단일 라인에서 1명의 작업자가 수행하면서) 생산성을 향상시킬 인센티브가 생긴다. 단속 공정에서 단일 자원이 두 제품을 생산하는 경우에도 한 제품만 생산하면 장비 준비시간 감소, 작업자의 작업 효율 증가 등의 이득을 얻을 수 있다. 또한 수요가 한 제품으로 통일되면 두 제품에서 개별적으로 발생하는 수요에 비해 변동성이 줄어들기 때문에 가동률 향상 효과를 기대할 수 있다. 이처럼 제품 종류가 줄어들었을 때 나타나는 효과를 현재 종수가 많은 상태에서는 얻을 수 없으므로, 그 만큼의 기회비용이 복잡성 비용이 되는 것이다.

제품의 복잡성 비용을 장부에서 찾을 수 없는 두 번째 이유는 실제 복잡성을 일으키는 제품이 아닌 다른 제품에 복잡성 비용이 전가되고 있기 때문이다. 두 종류의 제품 A, B가 있고, 이 중 A는 생산량이 많고 B는 생산량이 적다고 해보자. 이 경우 복잡성을 일으키는 제품은 B라고 보아야 할 것이다. 현재 두 제품을 모두 생산하기 위해 범용 장비를 사용하고 있지만 A의 전용 장비는 이보다 저렴하다면, 범용 장비의 초과 비용이 제품 B를 생산하는데 따른 복잡성 비용이다. 하지만 장부에는 범용 장비의 간접비가 A와 B에 나누어 부과되고,

간접비를 생산량 기준으로 부과할 경우 B에는 A보다 훨씬 작은 비용이 부과된다. 작업자의 인건비도 마찬가지로 제품 종류가 늘어 생산성이 저하되면 추가적인 인건비가 지출되지만 이는 생산하는 모든 제품에 분산하여 부과된다. 개발 업무의 경우에도 한정된 자원 하에서 업무량이 늘어나면서 제품 결함의 위험이 높아지지만, 실제 결함이 A에서 발생했다면 비용은 A에만 부과되므로 B가 일으킨 복잡성 비용은 파악할 수 없다. 비록 불공정하더라도 A에 많은 비용이 부과되므로 A를 없애고 B만 남기면 복잡성은 줄어든다고 생각할 수도 있다. 하지만 A는 생산량이 많기 때문에 A의 큰 매출을 포기하는 결정은 내려지지 않고, 결국 A, B를 모두 유지하는 결론이 나오기 쉽다.

요약하자면 기업의 복잡성 비용은 장부에 기록되지 않는 기회 비용이 대부분이고, 기록되는 비용도 복잡성을 일으킨 제품 외 다른 제품에 더 많이 부과되는 경향이 있다는 것이다. 따라서 상향식 접근법으로는 제품의 복잡성 비용을 과소평가 하게 되고, 이를 근거로 한 제품 종수 축소는 실행되기 어렵다. 장기적으로는 복잡성 비용을 정확히 파악할 수 있는 관리 시스템과 회계 시스템을 구축하는 노력이 필요하지만, 아직까지 연구도 미흡할 뿐만 아니라 현업에 적용하기에는 많은 시간이 필요하다. Wilson and Peruma[1]도 복잡성 비용 산정에만 몰두하다가 정작 복잡성 저감에는 흐지부지 되는 기업이 많다고 지적한 바 있다. 때문에 필자는 복잡성 비용 산정에 너무 많은 노력을 들이기 보다는 상한과 하한 등 대략적인 규모로만 파악하는 것이 효과적이라고 본다. 먼저 복잡성 비용의 하한은 회계 장부에서 상향식으로 파악한 비용을 활용할 수 있다. 이 비용은 앞서 밝힌 바와 같이 복잡성 비용을 과소평가하기 때문이다. 복잡성 비용의 최대 상한은 제품 별 직접비를 제외한 간접비의 총합이다 [1]. 이를 그대로 받아들일 수도 있지만 좀 더 구체적인 상한을 원한다면 복잡성이 줄어든 상태에서의 이상적인 비용과 현재 비용과의 차이를 계산해 볼 수도 있다. 필자가 한 기업체와 진행한 프로젝트에서는 제품 별로 구성된 생산라인을 현재 상태로 보고 이와 같은 생산능력을 가지는 단일 생산라인을 가상으로 구성하여 단일 라인의 가동률, 자원 투입량, 재고량 등을 현재 상태와 비교하여 복잡성 비용의 상한을 산정한 바 있다. 일단 가능한 방법으로 상한과 하한을 파악하고, 방법론을 정교화하고 회계 시스템을 개선하면서 점차적으로 둘 사이의 차이를 좁혀 나갈 수 있을 것이다.

## 3. 복잡성 저감 전략

제품의 다양함으로 인한 복잡성 비용을 줄이는 가장 직접적이고도 효과적인 방법은 제품의 종수를 줄이는 것이다. 하지만 종수 축소의 직접적인 비용 절감 효과가 정확히 산정되지 않는다는 점과 더불어 제품 축소가 조직 축소로 이어지는 것에 대한 저항 등으로 인해 실제 제품을 단종시키는 의사결정을 내리기는 쉽지 않다. 한편으로는 시장 확대를 위해 제품 다양성이 불가피한 경우도 많다. 어떤 이유에서건 제품 다양성 자체를 축소할 수 없다면 이를 유지하면서도 운영 상의 복잡성을 제거하여 복잡성 비용을 절감하는 대책이 필요하다. 운영 상의 복잡성은 다양한 부품과 이를 생산, 서비스하기 위한 프로세스로부터 발생한다. 따라서 제품은 다양하되 부품은 다양하지 않다면, 즉 부품의 복잡성을 저감할 수 있다면 상당량의 복잡성 비용을 절감할 수 있다. 이를 위한 대안으로 본고에서는 제품 아키텍처의 모듈화 전략에 대해 소개한다.

### 3.1 부품 복잡성의 저감 : 제품 아키텍처 모듈화

제품의 종류가 많을수록 필연적으로 더 다양한 부품이 필요하다. 그럼에도 불구하고 제품 다양성은 유지하면서 부품 복잡성을 줄이려면, 결론적으로 적은 수의 부품을 여러 제품이 '공유(Sharing)'해야 한다. 간단한 원리이지만 이를 실행하려면 여러 어려움이 따른다. 일차적으로 부품을 공유하면서 동일해지는 제품의 특성이나 기능이 제품 간 차별화를 저해한다. 예를 들어 여러 자동차가 엔진을 하나로 공유한다면 모든 자동차의 동력 성능이 하나로 통일된다. 한 부품이 여러 기능을 경우에는 차별화 요소를 피해 부품을 공유하기가 더 어렵다. 또 공유하려는 부품 자체의 기능은 차별화와 무관할 지라도 공유하지 않는 다른 부품과의 비호환성 때문에 공유가 불가능할 수 있다. 특히 여러 부품이 기능적으로 종속되고 간섭 등 물리적 제약이 맞물려 있는 복잡한 제품의 경우에는 부품이 하나만 달라져도 여러 부품이 연쇄적으로 영향을 받아 공유할 수 있는 부품이 매우 적다. 예를 들어 자동차 변속기의 기능은 엔진 동력을 바퀴로 전달하는 것으로 차종 별 차별화가 필요치 않지만, 변속기의 설계에 따라 견딜 수 있는

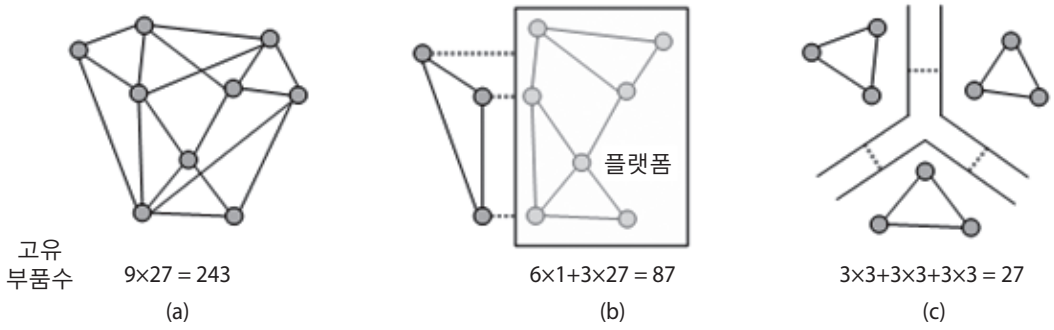
동력의 크기가 달라지므로 큰 엔진이 장착된 차와 작은 엔진이 장착된 차는 동일한 변속기를 공유할 수 없다.

부품이 기능을 담당하는 관계와 부품 사이의 종속이나 간섭이 일어나는 관계를 통틀어 제품의 아키텍처(Architecture)라 한다(각각을 기능적 아키텍처와 물리적 아키텍처로 구분하기도 한다)[6]. 이 관계가 단순하여 기능과 부품이 일대일 관계를 가지고, 모든 부품이(마치 레고 블록처럼) 서로 호환 가능할 때 최대한 많은 부품을 공유할 수 있다. 하지만 부품 하나가 독립된 기능을 구현하는 것도, 모든 부품이 서로 호환 가능한 인터페이스를 가지는 것도 현실적으로는 불가능하다. 여기서 나오는 대안이 바로 개별 부품이 아닌 부품의 묶음(Chunk) 혹은 조립품(Assembly) 단위로 단순한 관계를 구성하는 것이다. 예를 들어 보자. 자동차 브레이크 중 디스크 브레이크는 바퀴에 고정된 디스크를 마찰 패드로 잡아 제동력을 발생시킨다. 여기서 브레이크 디스크와 마찰 패드, 패드에 힘을 가하는 캘리퍼 등의 부품 중 어느 하나도 독립적으로 제동력의 크기를 결정하지 못한다. 하지만 이들을 묶은 브레이크 조립품은 제동력이라는 기능을 온전히 구현한다. 또 디스크 재질과 형상에 따라 마찰 패드의 재질, 형상 및 캘리퍼의 형상을 정교하게 맞추어야 하기 때문에, 이 중 한 부품만 변경하면 다른 부품과 서로 호환되지 않는다. 하지만 브레이크 조립품과 바퀴는 접합부의 형상과 접합점의 위치 등만 통일하면 바퀴의 크기가 달라지더라도 동일한 브레이크를 사용할 수 있다.

이처럼 어떤 부품의 묶음이 온전히 하나의 기능을 구현하면서 다른 묶음과는 자유롭게 호환 가능할 때, 이런 묶음을 모듈(Module)이라 한다. 그리고 모듈의 집합으로 명확하게 구분할 수 있는 제품의 아키텍처를 모듈화 아키텍처(Modular Architecture), 모듈을 명확하게 구분 지을 수 없는 아키텍처를 통합화 아키텍처(Integrated Architecture)라 부른다[6]. 어떤 제품의 아키텍처가 모듈화냐 통합화냐는 상대적인 개념이다. 한 모듈이 담당하는 기능의 수가 적고, 모듈의 크기(즉, 구성하는 부품 수)가 작으며, 모듈 간에는 종속성이나 간섭이 적을수록 더 모듈화 된 것이며, 반대의 경우 더 통합화 된 것이다. 모듈화된 아키텍처를 가진 제품일수록 다양성을 유지하면서 공유 부품을 늘리기가 쉬워진다. 예를 들어 하나의 큰 모듈이 차별화가 필요한 기능과 그렇지 않은 기능을 모두 담당하는 경우 그 모듈은 제품 별로 서로 달라야 한다. 반면 각 기능을 담당하는 모듈이 서로 구분된다면 차별화가 필요 없는 기능을 담당하는 모듈은 여러 제품에서 공유할 수 있다.

왜 모듈화가 필요한 지를 보다 정량적으로 이해하기 위해 개념적인 예시를 하나 생각해보자. 〈그림 2〉와 같이 9개의 부품으로 이루어진 제품이 있다고 하자. 그림에서 점은 부품, 선은 부품 간 종속성을 나타낸다. 현재 시장 상황을 고려할 때 이 제품은 27종류로 차별화할 필요가 있다. 먼저 이 제품이 〈그림 2〉(a)와 같이 모든 부품이 모든 기능에 관여하면서 서로 복잡하게 얽힌 종속성을 가지고 있다고 해보자. 즉, 극도로 통합화된 아키텍처를 가지고 있는 것이다. 하나의 기능을 차별화하기 위해 여러 부품이 변경되어야 할 것이고, 여기에 영향을 받아 다른 부품도 변경되어야 할 것이다. 결국 모든 종류의 제품에 고유한 부품이 들어가야 할 것이고, 이때 27×9×243가지의 고유 부품이 필요하다.

이것이 너무 많다고 느낄 때 상식적으로 취하는 접근법이




〈그림 2〉 (a) 통합화 설계, (b) 플랫폼 설계, (c) 모듈화 설계

차별화에 꼭 필요한 부품만 고유하게 가져가고 나머지 부품들은 한 종류로 통일하여 여러 제품이 공유하는 것이다. 이렇게 일부만을 변경하여 제품을 차별화하고 나머지는 공유하는 전략이 바로 플랫폼(platform) 기반 제품개발 전략이다. 공유하는 부품의 집합, 즉 플랫폼이 가지는 특성은 모든 제품이 공유하고 나머지 특성으로만 제품을 차별화 한다. 부단한 노력을 통해 〈그림 2〉(b)처럼 9개 중 6개 부품은 공유하고 나머지 3개의 부품만 변경하여 차별화가 가능해졌다고 하자. 이 때 고유한 부품의 수는 6×1+3×27×87개로 2/3 가량 줄어들었다. 하지만 모든 제품에서 2/3가 동일하기 때문에 제품 간 차별성이 크게 훼손되었을 가능성이 높다. 실제로 제품이 서로 비슷해져 시장 장악력이 제한되고 제품 간 자기잠식이 일어난다는 점은 플랫폼 공유 전략이 비판 받는 주원인이다.

반면 아키텍처를 재설계하여 〈그림 2〉(c)와 같이 크게 3개의 모듈로 제품을 구성하고 모듈 간 호환성을 확보했다고 해보자. 산술적으로 계산했을 때 각 모듈 별로 3 종류의 고유 모듈이 있다면 이들을 조합하여 3×3×3 = 27 종류의 제품 차별화가 가능하다(각 고유 모듈은 9종의 제품에서 공유한다). 그럼에도 고유 부품의 수는 각 모듈 별로 3x3 = 9개씩 총 9+9+9×27개 뿐이다. 이는 제품의 2/3를 플랫폼으로 공유한 그림 2(b)의 경우에 비해서도 훨씬 적은 수다. 즉, 모듈을 작게 나누면 모듈 자체의 종수는 적더라도 이들의 조합을 통해 다양한 제품 차별화가 가능하다. 플랫폼 공유 전략도 일반화해 보면 제품을 공유 부품 집합과 변동 부품 집합의 두 가지 모듈로 나누는 모듈화 아키텍처의 일종이다. 하지만 모듈이 둘 뿐이기 때문에 조합의 수가 제한되어 공유 부품이 많을 수록 차별화가 어려워지는 것이다.

### 3.2 모듈화 아키텍처의 필요 조건

이렇듯 모듈화의 장점은 명확하지만 이를 제품에서 구현하기 위해서는 상당한 수준의 설계적인 노력이 필요하다. 먼저 모듈이 공유의 단위가 되려면 하나의 모듈이 담당하는 기능의 수가 최소화되어야 한다. 모듈이 담당하는 기능 중 하나라도 차별화가 필요하다면 모듈 전체가 달라져야 하기 때문이다. 하지만 현실적으로 많은 부품들이 주 기능 이외에 다른 기능에도 깊게 관여한다. 예를 들어 자동차의 서브프레임(Subframe)은 차량의 하부에서 전체적인 형체를 유지하고 차량의 무게를 지지하는 것이 주 기능이다. 고급 차량의 경우 주행 안정성 향상을 위해 서브프레임에 무거운 추를 부착하기도 한다. 이렇게 되면 같은 크기와 중량의 차량이라도 고급 사양이냐 저급 사양이냐에 따라 서브프레임을 차별화해야 한다. 서브프레임이 구조적 지탱이라는 주 기능만 담당하는 모듈이 되기 위해서는 설계적으로 주행 안정성이라는 기능을 서브프레임으로부터 분리시켜야 한다. 이를 테면 서브프레임에 추를 부착하는 설계를 삭제하고 주행 안정성은 이를 주로 담당하는 서스펜션(Suspension) 모듈에서만 온전히 책임지도록 하는 것이다. 이에 따라 서스펜션은 목표한 주행 안정성을 달성하기 위해 훨씬 더 수준 높은 설계 목표를 부여 받게 되고, 어쩌면 기존의 설계 방식을 완전히 변경해야 할 수도 있다.

두 번째로 서로 다른 모듈 사이에 호환성을 보장해야 한다. 모듈 간 호환성을 보장하려면 모듈과 모듈 사이의 상호작용을 '단순화(Simplification)'하여 적은 수의 인터페이스만을 가지도록 하고, 이 인터페이스를 '표준화(Standardization)'하여 모듈 내부의 부품 구성이 변경되더라도 여전히 다른 모듈과 상호작용이 가능하도록 해야 한다. 앞서 예로 든 접합부의 형상과 접합점의 위치 등 인터페이스를 표준화한 브레이크 모듈과 바퀴처럼 모듈과 모듈 간의 상호작용에 대해 약속된 인터페이스를 준수하도록 하는 것이다. 이렇게 하면 한 모듈은 공유한 채로 다른 모듈은 차별화 하는 것이 가능하다. 그런데 이런 인터페이스 표준화는 애초에 모듈과 모듈 사이의 상호작용이 적을 때만 가능하다. 예를 들어 변속기는 여러 톱니바퀴들이 맞물리며 엔진의 동력을 바퀴까지 전달한다. 따라서 엔진과 변속기 사이의 동력 전달 인터페이스에는 변속기 내부의 모든 톱니바퀴가 관여한다. 이 경우 접합부에 위치한 부품만 관여하는 브레이크와 바퀴 사이의 인터페이스에 비해 표준화가 훨씬 더 어렵다.

만약 아키텍처를 단순화하는 노력없이 통합화 된 아키텍처를 가진 제품에서 다른 부품과의 관계가 적은 묶음으로만 모듈을 구성하면 어떻게 될까? 부품 간 관계가 복잡하기 때문에 어쩔 수 없이 많은 부품이 포함된 큰 묶음으로 모듈이 나뉠 것이다. 〈그림 2〉에서 보자면 (a)와 같은 아키텍처로는 전체 제품이 하나의 모듈이 될 수 밖에 없는 것이다. 이렇게 되면 첫 번째 조건인 모듈과 기능의 일대일 대응을 만족하기가 어려워진다. 부품이 많을수록 담당하는 기능도 많아질 수 밖에 없기 때문이다. 적은 수의 부품으로 모듈을 구성해야 모듈이

독립적인 기능을 가지기 유리하다. 따라서 모듈로 구분하고자 하는 부품 사이에는 〈그림 2〉(c)처럼 단순한 관계만 가지도록 아키텍처를 재설계 해야 한다. 부품 간 관계를 제거하는 것 또한 기존 설계의 전면적인 수정을 필요로 하는 어려운 문제다.

아키텍처 재설계가 효과적으로 이루어지기 위해서는 제품 기획 단계에서도 치밀한 계획이 필요하다. 우선 다양성이 필요한 제품의 특징 및 기능을 명확히 정의하고 이들을 몇 가지 종류 혹은 단계로 구분하여 제공할 지를 결정해야 한다. 즉, 고객의 요구에 대해서도 표준화가 필요하다. 기능의 단계가 너무 많아 한 모듈을 수십 가지로 분화한다면 모듈화를 한다 해도 부품의 복잡성은 저감되지 않는다. 또한 기능에 대한 수요의 상관관계를 파악해 함께 제공되는 기능의 조합을 찾아내야 모듈화가 더 쉬워진다. 앞서 예로 든 서브프레임과 서스펜션의 경우에 차체 크기와 주행 안정성에 대한 수요가 독립적이라면 둘은 각각 개별적인 모듈이 되어야 한다. 하지만 두 수요의 상관관계가 높다면(큰 차를 원하는 고객은 모두 높은 주행 안정성을 원하고, 작은 차를 원하는 고객은 주행 안정성을 고려치 않는다면), 두 기능을 하나의 모듈이 담당해도 무방하다. 오히려 공유의 단위가 커짐으로써 부품 복잡성이 줄어들고, 서브프레임과 서스펜션 사이의 호환성 유지가 불필요하므로 아키텍처 단순화와 인터페이스 표준화 노력을 절감할 수 있다.

## 4. 결론

본고에서는 제품의 다양성으로 인해 유발되는 복잡성 비용의 개념에 대해 밝히고, 복잡성 비용의 절감 대안으로서 모듈화 아키텍처의 역할과 구성 요건을 살펴보았다. 다양한 제품을 만들기 위해 개발되는 수많은 부품과 이를 생산하기 위해 복잡해지는 프로세스와 조직은 비효율을 야기하고 기업의 수익성을 잠식한다. 그럼에도 시장 확대를 위해 다양성을 포기할 수 없다면 부품 단위의 복잡성 감소, 즉 공유를 통한 부품 종수의 축소가 필요하다. 모듈화 전략이란 제품을 독립성과 호환성을 보장하는 모듈로 구분하여 서로 다른 제품에서 모듈을 공유하되, 모듈 간 조합을 통해 제품 다양성을 확보하는 전략이다. 이 전략이 실현되면 적은 수의 고유 부품으로도 폭넓은 제품 다양성을 유지할 수 있을 뿐 아니라, 제품 개발 자체도 이미 있는 모듈을 조합하는 방식으로 이루어질 수 있어 제품 개발의 효율성을 크게 높일 수 있다.

모듈화 전략을 실현하기 위해서는 제품의 아키텍처를 모듈화된 아키텍처로 재설계하여 기능과 모듈의 관계, 모듈과 모듈의 관계를 단순화하고, 모듈 간 관계는 표준화된 인터페이스를 가지도록 해야 한다. 관계의 단순화와 표준화 없이 정의된 모듈은 단순한 조립품에 불과하며 원래 목적한 공유와 조합도 당연히 불가능하다. 아키텍처 재설계는 시장과 설계의 상충되는 요구를 절충해 가는 과정이다. 시장의 제품 다양성에 대한 요구를 수용하기 위해서는 차별화가 필요한 기능을 하나하나 독립적인 모듈에 대응시키고, 모듈 간 철저한 독립성을 확보해야 한다. 하지만 그럴수록 기존 설계에서 부품이 담당하는 기능의 변화가 커지고 부품과 부품 사이의 독립성을 보장하기 위한 상호작용 차단과 인터페이스 표준화 노력이 크게 요구된다. 애초에 이런 노력 자체가 물리적으로 불가능한 경우도 있을 것이다. 반대로 설계의 입장에서는 기존 설계를 그대로 유지하기를 바라지만 이 경우 모듈의 단위가 너무 커져 모듈을 공유할 경우 제품 간 차별성이 심각하게 저해될 우려가 있다. 따라서 시장에서 요구하는 모듈과 기존 설계가 가지는 모듈로부터 출발하여 서로 상충하는 부분에서 어느 한 쪽을 선택했을 때의 트레이드 오프를 면밀히 분석하고 판단하는 프로세스가 필요하다. 이 과정에서 방대한 양의 정보 수집과 분석은 물론, 기존 설계 방식을 전면적으로 수정하는 수준의 설계적인 노력이 필요하다.

마지막으로 아키텍처는 절대로 남의 것을 모방할 수 없다. 아키텍처 모듈화가 어려운 과정이기 때문에 소위 선진 기업의 모듈 구성을 모방하고자 하는 욕구가 생기기 쉽다. 하지만 선진 기업과 똑같이 모듈을 나눈다 해도 그들처럼 모듈을 공유할 수도, 복잡성 비용을 절감할 수도 없다. 그 이유는 첫째로 기업의 시장 전략이 저마다 다르기 때문이다. 시장을 나누는 기준이나 시장에서의 경쟁우위가 모두 다르기 때문에 제품의 시장 별 차별화 요소가 기업마다 서로 다르다. 모듈은 각 차별화 요소를 독립적으로 담당해야 하므로 차별화 요소가 다르다면 모듈 구분 또한 다를 수 밖에 없다. 두 번째 이유는 기업의 제품 기술이 서로 다르기 때문이다. 경쟁사의 제품 기술 하에서는 단순화와 표준화가 가능한 부품 간 관계가 자사의 제품에서는 불가능할 수 있다. 이런 경우에는 모듈을 나눈다 해도 모듈 간의 호환성이 확보되지 않아 공유가

불가능하다. 마지막 세 번째 이유는 기업의 프로세스와 조직이 서로 다르기 때문이다. 모듈을 공유하려면 조직과 프로세스 또한 모듈을 기준으로 구성해야 한다. 그렇지 않은 경우 조직과 프로세스의 제약으로 인해 모듈 분화가 일어나고 제품 다양성과 무관한 복잡성이 증가하게 된다. 이런 이유로 아키텍처는 기업이 자신의 전략, 기술, 조직, 프로세스에 적합하게 구성해야 하는 고유의 자산이며 모방할 수 없다. 따라서 아키텍처야 말로 선진 기업으로서 후발 주자의 추격을 따돌릴 수 있는 가장 강력한 무기라 하겠다. ie매거진

## 참 고 문 헌


[1] Wilson, Stephen A., and Andrei Perumal. *Waging war on complexity costs*. McGraw-Hill Professional Publishing, 2009.

[2] 국립국어원, 표준국어대사전, http://stdweb2.korean.go.kr/, 2018.

[3] ElMaraghy, H., Schuh, G., ElMaraghy, W., Piller, F., Schönsleben, P., Tseng, M., & Bernard, A. (2013), Product variety management. *Cirp Annals*, 62(2), 629-652.

[4] Hu, S. J., Zhu, X., Wang, H., & Koren, Y. (2008), Product variety and manufacturing complexity in assembly systems and supply chains. *CIRP Annals-Manufacturing Technology*, 57(1), 45-48.

[5] Smart Automotive Variant CON, http://smart-automotive-variant.com/en/.

[6] Eppinger, S. & Ulrich, K. (2015), *Product design and development*. McGraw-Hill Higher Education.

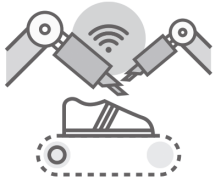


■ 약력 | 강 창 묵

□ 학력
• 2005년 서울대학교 산업공학과(공학사)
• 2010년 서울대학교 산업공학과(공학박사)

□ 경력
• 2010년~2011년 서울대학교 공학연구소 BK21 연수 연구원
• 2011년~2012년 브리티쉬 컬럼비아 대학교 박사후 과정 연구원
• 2012년~2018년 숭실대학교 산업정보시스템공학과

□ 관심분야
• 제품 설계-생산 인터페이스, 제품 구조 설계 및 분석, 생산 프로세스 설계 및 분석, 품질 위험 예측 및 통제

# 특허의 권리거래를 통한 가치실현 가능성 평가 모형

윤장혁
건국대학교 산업공학과 교수

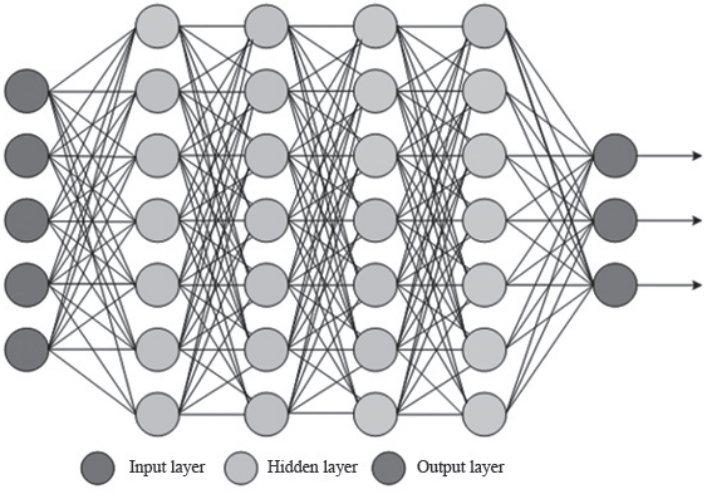
## 1. 머리말

세간을 떠들썩하게 했던 구글 AlphGo와 이세돌의 대결도 2년이라는 시간이 흘러간 지금, 딥러닝이라는 말은 귀에 딱지가 생길만큼 자주 들어와서 우리에게 이제는 진부하게 느껴질지도 모르겠다. 가트너가 2017년도 7월에 발표한 하이프 사이클(Hype Cycle) 상에서 보더라도 당시 딥러닝이 "부풀려진 기대의 정점(Peak of Inflated Expectations)" 단계에 위치해 있었던 것을 보면 지금은 "환멸(Trough of Disillusionment)" 단계와 "계몽(Slope of Enlightment)" 단계 사이에 있지 않을까 싶다. 이는 과거에 그만큼 딥러닝에 대한 환상이 컸던 것이 사실이고, 시간이 지나면서 그것이 모든 것을 해결해주는 호랑이 연고는 아니라는 것을 많은 사람들이 알게 되었을 것이며, 지금쯤 바라보면 딥러닝이 활약할 수 있는 산업분야에서는 본격적인 응용이 이루어지기 시작했음을 의미한다. 본고에서는 필자가 2017년도에 그야말로 Hot한 기술이었던 딥러닝 혹은 딥뉴럴 네트워크를 이용하여 기술금융기업에서 고민하고 있는 문제를 다루었던 사례를 소개하고자 한다.

부산에 본사를 두고있는 우리나라의 대표적인 기술금융기관인 기술보증기금(이하 기보)은 대한민국의 공기업 중에서 특허의 가치를 평가하고, 평가된 가치에 근거해서 해당 지식재산(Intellectual Property: 이하 IP)의 가치를 보증하는 역할을 하는 기관이다. 따라서, 이 기술금융기관의 주요 관심사 중의 하나는 "지식재산이 지니는 다양한 관점의 가치를 어떻게 모형화하고 평가할 것인가"이다. 실제로, 기술 기반의 중소기업과 같은 특허 출원인들은 기술의 사업화 막바지에 자금난에 봉착하는 경우가 많은데, 기술보증기금의 보증을 근거로 하여 금융기관에서 자금을 조달할 수 있다. 다만, 해당 기업이 금융기관에 자금을 만기시까지 상환하지 못할 경우, 보증인인 기보가 금융기관에 자금을 상환하여 주는 대신, 기보는 해당 기업에 구상권을 청구하여 보증의 근거로 사용된 특허를 소유하게 된다. 따라서, 기보는 소유하게 된 특허가 얼마나 큰 가치를 지니는지, 그리고 시장에서의 거래성이 높은지에 대해 관심을 가지고 있었으며, 기회가 닿아 필자가 속한 연구팀(건국대 비즈니스 인텔리전스 연구실 : 고남욱, 정병기 연구원 참여)과 IP평가 모형 개발에 관한 공동연구를 수행하게 되었다.

## 2. 딥뉴럴 네트워크(Deep Neural Network)의 개념

두뇌의 시간처리의 원리를 모방하여 계량적 접근을 통해 결정경계를 찾는 기계학습 방법론 중의 하나인 뉴럴네트워크는 단순한 연산기능을 수행하는 뉴런(Neuron)들로 이루어져 있으며 같은 종류의 복수개 뉴런들로 층(Layer)을 형성한다. 신경망은 일반적으로 계층 수에 따라 단층 신경망과 다층 신경망으로 구분이 되는데, 단층 신경망은 입력데이터를 받아들이는 입력층(Input Layer)과 신경망에서 처리된 결과를 출력하는 출력층(Output Layer)으로만 구성된 반면, 다층 신경망은 입력층과 출력층 사이에 하나 이상의 숨겨진 은닉층(Hidden Layer)이 추가적으로 구성된 네트워크를 말하며 이러한 다층 신경망은 딥뉴럴 네트워크(DNN) 혹은 심층신경망이라 부른다〈그림 1〉[1].




〈그림 1〉 심층신경망의 Schematic

DNN은 기본적인 형태인 순방향 신경망, 언어처리 및 음성인신과 같은 순차적 정보를 처리하는데 적합한 순환신경망, 합성곱 원리를 활용하여 이미지 특징 추출 및 문서 인식에 사용되는 합성곱 신경망 등이 존재한다. DNN은 복잡한 비선형 관계들을 모델링할 수 있으며, 층이 많아질수록 고차원의 특징을 추출할 수 있어 높은 수준의 특징을 필요로 하는 복잡한 작업의 학습에 있어서 탁월한 성능을 보인다. 요즘은 대량의 데이터에 대한 병렬계산이 가능한 GPU 등의 하드웨어 기기들이 개발되고, ReLU와 같은 단순하면서도 우수한 성능을 보이는 활성화 함수(Activation function), 그리고 학습 모형에서 흔히 발생하는 과적합(Overfitting) 문제를 극복하는 Dropout 기법들이 제시되어 과거 신경망 분야의 한계점들을 극복함으로써, 인공신경망 모형은 경계를 가리지 않고 다양한 분야에 응용이 되고 있다.

특히, 최근에는 특허와 관련해서도 다양한 측면에서 분석을 시도하려는 연구들이 제시되었다. 특허 평가는 과정이 복잡하고 다양한 관점에서의 분석 능력이 요구됨에 따라, 과거에는 변리사 또는 기술전문가와 같은 전문가들만의 영역으로 생각되어 왔다. 그러나 특허와 관련된 개량 가능한 기초자료들이 공개되고 전산처리가 가능해짐에 따라 다양한 연구들이 나타나게 되는데, 최근 연구들은 미국 특허의 인용수와 특허의 유지기간을 활용하여 매력도 지수를 정의한 후 특허의 피인용 수를 예측하거나[2], Bayesian semiparametric regression에 특허의 청구항 수, 피인용수 등을 활용하여 EPO 특허의 특허 거절 가능성을 예측하려 시도하였으며[3], 제약시장의 특허샘플로부터 H-index, 기술독립성, 특허인용지표와 시장가치의 비선형 관계를 인공신경망 모델을 통해 파악하고자 하였다[4]. 또한, 미국 일부 지역에서 발생한 특허 소송을 데이터 셋으로 하여 소송에서 발생한 손해배상 비용자료와 관련 특허들의 지표들을 이용하여 특허가 가지는 금전적가치를 직접적으로 파악하려는 시도 또한 있었다[5]. 이처럼 기계학습의 발전과 시대적 환경의 뒷받침으로 인해 딥러닝 분야의 연구가 매우 활발하게 진행되고 있음을 확인할 수 있다.

## 3. IP의 권리거래를 통한 가치실현 가능성 평가모형 정의

특허 변리사들과 이야기를 나누어 보면, 인공신경망을 포함한 다양한 예측평가모형의 개발은 기존의 범용적인 모델에 입력변수값들과 출력변수값들을 때려 넣으면 어쨌든 만들어 지는 것이기 때문에 발명적인 관점에서는 가치가 없다고 한다. 따라서, 발명적 가치 혹은 신규성을 입증받기 위해서는 모형을 이용하여 풀고자 하는 문제가 무엇인지, 그리고 그에 따라 어떤 입력변수들을 선택하고 어떠한 복합적 가공을 거쳐 생성하는지가 중요하게 인식된다.

이로 인해, 기보와 협동연구를 할 때 시간을 많이 쏟은 부분이 바로 IP평가모형의 철학적 관점을 정의하는 것이었다. 즉, 특허와 같은 IP는 하나의 산업재산권으로서의 재산적 가치를 지니며, 가치는 상대적이라는 점에서 평가목적에 적합한 IP의 우수성에 대한 정의가 필요하였다. 수많은 고민 끝에, 기보는 기술금융 및 IP금융을 목적으로 하는 기관이라는 측면에서 IP평가모형 개발을 위해 권리거래를 통한 가치 실현 과정에 주목하고, "재산적 가치가 있는 지식재산"을 기금 고유사업 및 정체성에 부합하도록 "매매를 통한 가치 실현 가능성이 높은 지식재산"으로 정의할 수 있었다. 국내의 다른 IP평가시스템들 중 SMART는 변리사의 특허 평가결과 기반으로 특허지표에 대한 학습을 통해 일반적인 관점에서의 특허 우수성을 평가하며, K-PEC의 경우 생존기간이 긴 특허가 가치가 높은 특허라는 독특한 관점을 기준으로 IP평가시스템을 설

〈표 1〉 특허 내재적 특허지표

| No. | 특허지표 | 타입 | No. | 특허지표 | 타입 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 출원인 수 | INT | 14 | 등록까지 조치의 수 | INT |
| 2 | 대리인 수 | INT | 15 | 우선권 주장 수 | INT |
| 3 | 패밀리특허수(국내) | INT | 16 | 도면 수 | INT |
| 4 | 패밀리특허수(국외) | INT | 17 | 특허유지기간(일) | INT |
| 5 | IPC 수 | INT | 18 | 특허등록소요기간(일) | INT |
| 6 | 청구항 수 | INT | 19 | IPC 섹션 A | INT |
| 7 | 독립청구항 수 | INT | 20 | IPC 섹션 B | INT |
| 8 | 종속청구항 수 | INT | 21 | IPC 섹션 C | INT |
| 9 | 삭제된 청구항 수 | INT | 22 | IPC 섹션 D | INT |
| 10 | 독립청구항의 비율 | DOUBLE | 23 | IPC 섹션 E | INT |
| 11 | 삭제된 청구항의 비율 | DOUBLE | 24 | IPC 섹션 F | INT |
| 12 | 독립청구항단어 수 평균 | DOUBLE | 25 | IPC 섹션 G | INT |
| 13 | 전문 단어 수 | INT | 26 | IPC 섹션 H | INT |

계하고 있었다. 분석결과, 국내 일부기관에서 특허자동평가 서비스를 제공하고 있으나, 우리가 설정한 관점의 IP평가모형은 존재하지 않음을 확인할 수 있었다.

따라서, 기존 IP평가시스템들과의 평가요소 차별성 그리고 사용되는 투입변수들의 차별성을 고민하여 다양한 문헌조사결과를 기반으로 〈표 1〉~〈표 2〉와 같이 개별 특허문서 내에서 산출가능한 내재적 지표와 특허를 둘러싼 외부환경에 대한 분석을 통해 산출가능한 외재적 지표들을 정의하였다.

인공신경망의 경우 양질의 학습집합을 이용하여 학습을 실시하여야 결과적으로 좋은 판별성능을 지닌 모형이 만들어질 수 있기 때문에, 다음과정으로 학습에 사용될 특허집합을 선정하는 과정이 진행되었다. 이를 위해 특허별 권리거래 이력자료를 활용하였는데, 양도의 사유를 살펴보니 일반적인 권리거래 뿐만 아니라 상속, 업체명 변경, 기업인수 등 다양한 이유가 있으며, 개인이 출원한 특허를 자신의 기업으로 양도하는 등의 "매매에 의한 가치실현" 측면이 아닌 양도 행위들이 다양하게 확인되었다. 따라서, 이러한 양도 사유의 특징을 살펴본 후 예외적인 양도의 사유를 지닌 경우를 제외하고, 양도 건수가 2회 이상 발생한 것을 유효성을 권리이전으로 간주하고 특허집합을 수집하였다.

본 연구에서는 학습집합을 구성하기 위해 약 8,000여 개의 유효거래가 있었던 특허들과 8,000여 개의 양도이력이 없던 특허들을 구성하였다. 양도이력이 없는 특허들을 구성하기 위해 대기업의 특허들은 배제하였는데, 이는 대기업 소유의 특허들은 가치가 높다고 하더라도 양도가 되지 않는 경우가 많기 때문이다. 인공신경망에 사용되는 변수들이 너무 많을 경우에 모형의 강건성을 높이기 위해 특허지표들 간의 상관관계분석을 통해 강한 상관관계를 지닌 지표들을 일부 제거하고 특허지표의 정규화 및 요인분석을 진행하여 최종적인 모형의 투입요소들을 정리하고 정답으로는 이전이 이루어진

〈표 2〉 특허 외재적 지표

| No. | 특허지표 | 타입 | 특허지표 |
|---|---|---|---|
| 1 | IPC 크기(등록) | INT | 특허를 등록한 시점에 메인 IPC에 등록되어 있던 특허들의 수 |
| 2 | IPC 활동성(등록) | INT | 특허를 등록한 시점으로부터 5년간 메인 IPC에 등록된 특허들의 수 |
| 3 | IPC 활동성 평균(등록) | DOUBLE | 등록 시점의 IPC 활동성/5 |
| 4 | IPC 활동성 비율(등록) | DOUBLE | 등록 시점의 IPC 활동성/IPC크기 |
| 5 | IPC 경쟁정도(등록) | INT | 특허를 출원한 시점에 메인 IPC에 특허를 등록한 출원인들의 수 |
| 6 | IPC 크기(평가) | INT | 특허를 평가한 시점에 메인 IPC에 등록되어 있던 특허들의 수 |
| 7 | IPC 활동성(평가) | INT | 특허를 평가한 시점으로부터 5년간 메인 IPC에 등록된 특허들의 수 |
| 8 | IPC 활동성 평균(평가) | DOUBLE | 평가 시점의 IPC 활동성/5 |
| 9 | IPC 활동성 비율(평가) | DOUBLE | 평가 시점의 IPC 활동성/IPC 크기 |
| 10 | IPC 경쟁정도(평가) | INT | 특허를 평가한 시점에 메인 IPC에 특허를 등록한 출원인들의 수 |

경우 1, 그렇지 않은 경우 0으로 구성하였다.

## 4. 평가모형의 성능 및 활용 결과

평가모형의 학습을 위해서는 다양한 기계학습 솔루션들이 사용될 수 있는데, 본 연구에서는 머신러닝을 위한 오픈소스 플랫폼인 H2O.ai(http://www.h2o.ai)를 활용하였다. H2O의 경우 Notebook-style의 오픈소스 유저 인터페이스를 제공할 뿐만 아니라 JAVA 및 Python 연동을 지원하므로, H2O 상에 띄워져 있는 학습모형 인스턴스를 외부 시스템과 연계할 수 있다는 장점을 지닌다. 본 연구에서는 학습셋 0.75, 평가셋 0.25의 비율로 반복적인 실험을 실시하였으며, 모형의 은닉층의 수는 3층, 층별 노드 수는 25개, 은닉층에 대한 활성화 함수는 ReLU(Rectified linear unit), 과적합을 방지하기 위한 dropout rate는 0.5로 설정한 경우 가장 높은 성능을 보이는 모형으로 확인되었다.

본 학습모형을 개념적으로 쉽게 설명한다면, 하나의 특허가 주어졌을 때 이것이 얼마나 높은 확률로 권리거래가 발생할 것인지를 산출하게 된다. 즉, 산출되는 특허의 확률값이 1에 가까울수록 권리이전이 일어날 가능성이 높으며, 반대로 0에 가까울수록 권리이전이 일어나지 않을 가능성이 높은 특허이다. 따라서, 판별성능이 가장 높은 Threshold Value(p)를 설정하여 어떤 특허의 권리이전 확률이 p보다 클 경우 판별모형은 권리이전이 일어날 것으로 예측할 수 있게 된다. 이와 같은 방식으로 p값의 변화에 따른 모형의 성능을 확인해볼 수 있었다〈표 3〉.

또한, 특허별로 산출된 권리이전 확률을 대표적인 등급산출 방법인 스테나인(Stanine) 9등급을 활용하여 변환하여 평가등급과 실제 권리이전이 이루어진 특허의 비율간의 관계를 파악할 수 있었다〈표 4〉. 스테나인 등급체계는 수능등급 평가에서도 사용되는 방법이기도 한데, 원점수를 크기 순서대로 내름차순으로 배열한 다음 최상위 누적백분율 등급구간을 4%, 11%, 23%, 60%, 60%, 77%, 89%, 96%, 100%으로 하여 등급을 부여하게 된다. 개발된 모형이 실질적으로 활용성을 지니는지를 파악하기 위해 100,000개의 특허를 무작위 추출하여 본 결과 권리이전 이력이 존재하는 특허는 6,891개로 나타났으며, 등급별로 이전특허 수를 분석한 결과 상위 등급으로 평가될수록 이전특허 수가 상대적으로 높음을 확인할 수 있었고, 이를 통해 개발된 IP평가모형이 상당히 높은 활용성을 지니고 있음을 실증적으로 확인할 수 있었다.

## 5. 맺음말

사실 필자는 딥러닝을 깊게 경험해보지 못했던 상태였기 때문에 과제를 시작하기 전에 걱정을 많이 했었는데, 지금 와서 생각을 해보면 지레 겁먹었던 것을 필요가 없었던 것 같다. 왜냐하면, 딥러닝이 과거에는 특정분야의 사람들만 사용하던 도

〈표 3〉 모형의 판별 성능분석을 위한 Confusion matrix

| 성능지표 | Threshold | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.8 |
| 정확도 | 80.20% | 75.80% | 68.00% | 60.40% |
| 재현률 | 76.10% | 60.12% | 40.94% | 22.36% |
| 정밀도 | 82.99% | 87.74% | 89.51% | 94.11% |

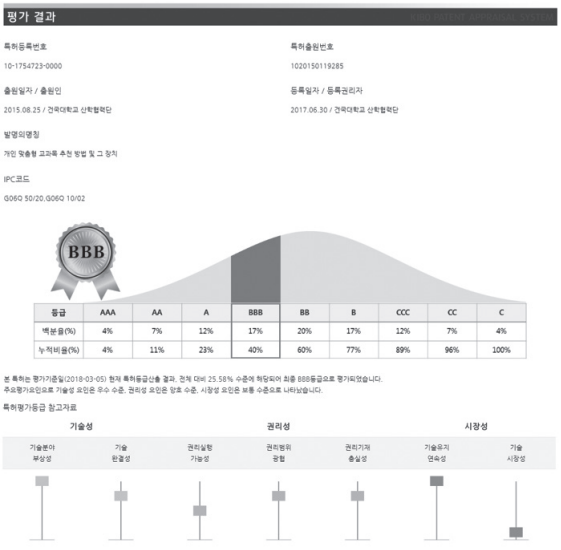
〈표 4〉 등급별 이전 특허 수 및 이전특허 비율

| 등급 | Threshold | 이전 특허 수 | 이전 특허 비율 |
|---|---|---|---|
| AAA | 0.810002 | 731 | 18.28% |
| AA | 0.673885 | 950 | 13.57% |
| A | 0.550372 | 1079 | 8.99% |
| BBB | 0.429939 | 1111 | 6.54% |
| BB | 0.302409 | 1113 | 5.57% |
| B | 0.200876 | 817 | 4.81% |
| CCC | 0.136864 | 586 | 4.88% |
| CC | 0.096671 | 352 | 5.03% |
| C | 0.023733 | 132 | 3.30% |

구로 치부되어 왔지만, 최근에는 H2O 외에도 RapidMiner, Python 라이브러리와 같은 다양한 오픈 소프트웨어와 라이브러리들이 제공되고 있어서 누구나 관심이 있는 사람들은 한번쯤 손쉽게 테스트하고 연구에도 활용해 볼 수 있을 거라는 생각이 든다. 딥러닝 그 자체를 학문적으로 발전시키는 것이 연구의 목적이 아니라고 가정한다면, 이것을 다양한 분야의 독창적인 문제를 해결하는데 사용할 수 있는 능력을 극대화한다면 문제는 좀 더 쉽게 풀릴 것으로 생각된다.

마지막으로, 기보에서 개발한 IP평가 시스템을 사용사례를 간략히 소개하고 글을 마무리 하고자 한다. 앞서 개발된 모형을 기보에서는 KPAS(Kibo Patent Appraisal System, kpas.kibo.or.kr)라는 이름의 시스템으로 구현하여 2017년 10월경부터 서비스를 제공하고 있다. 이 시스템은 특허 소유권이 소멸되지 않은 한국특허에 대해 출원번호 또는 등록번호만 입력하게 되면 평가결과를 보여주는 모형이다. 문득 일전에 학부학생들의 졸업설계 프로젝트를 지도하면서 학생들과 함께 출원했던 특허가 작년에 등록이 되었던 것이 생각이 나서〈그림 2〉, 이 특허가 어떻게 평가될지 궁금하여 KPAS에 출원번호를 입력하여

〈그림 2〉 평가대상 특허 예시




〈그림 3〉 IP평가모형 활용 예시

평가결과를 확인해 본 결과 BBB 등급으로 그리 나쁘지 않은 수준으로 나타난 것을 확인할 수 있었는데〈그림 3〉, 한편으로 내가 학생들을 잘못 지도하지는 않았구나 하는 안도감을 갖게 된다. 혹시 독자들도 권리기간이 소멸되지 않은 등록특허를 가지고 있다면, 자신의 특허가 권리거래를 통한 가치실현성이 어떻게 평가되었는지 검색해 보기를 제안한다. ie매거진

## 참 고 문 헌

[1] Bengio, Y., A. Courville, and P. Vincent, *Representation learning: A review and new perspectives*. IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence, 2013, 35(8) : pp. 1798-1828.

[2] Csárdi, G., et al., *Modeling innovation by a kinetic description of the patent citation system*. Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, 2007, 374(2) : pp. 783-793.

[3] Jerak, A. and S. Wagner, *Modeling probabilities of patent oppositions in a Bayesian semiparametric regression framework*. Empirical Economics, 2006, 31(2) : pp. 513-533.

[4] Chen, Y. and Z. Guojun, *The Strategic Effect Study of Enterprise Patent Mangement [J]*. Science & Technology Progress and Policy, 2009, 8: pp. 043.

[5] Lai, Y.-H. and H.-C. Che, *Modeling patent legal value by Extension Neural Network*. Expert Systems with Applications, 2009, 36(7) : pp. 10520-10528.

■ 약력 | 윤장혁

□ 학력
- 2002년 POSTECH 산업공학과(공학사)
- 2004년 POSTECH 대학원 산업공학과(공학석사)
- 2011년 POSTECH 대학원 산업경영공학과(공학박사)

□ 경력
- 2004년~2007년 LG CNS CALS&CIM 연구소 연구원
- 2011년~2012년 한국지식재산연구원 IP정책팀 부연구위원
- 2012년~현재 건국대학교 산업공학과 부교수

□ 관심분야
- Business Intelligence, Social and Technological Data Analytics, Computational patent mining

# SK이노베이션 Optimization & Analytics Lab 소개

권기상
SK이노베이션 O&A Lab 수석연구원

## 1. SK이노베이션에서 Optimization의 의미와 Optimization & Analytics Lab의 역할

기업 경영 활동은 수많은 의사결정의 집합이다. 그리고 그 의사결정들은 기업 활동의 다양한 차원을 통해 상호 연계되어 있다. 기업의 의사결정 레벨(i.e., 전략, 전술, 운영), value chain, 그리고 비즈니스 lifecycle을 따라 하나의 의사결정은 다른 의사결정을 제약하고 다시 피드백 받으며 유기적으로 연계되어 결국 기업의 경영 성과로 나타나게 된다. 이런 관점에서 요즘 기업이 직면하고 있는 다양한 경영상의 도전들은 근본적으로 기업의 의사결정이 복잡해지는데 기인한다고 볼 수 있다. 글로벌 경쟁의 심화 및 이종 산업간 컨버전스는 기업 전략 수립의 복잡도를 여러 차원 높여 놓았다. 복잡하게 얽혀있는 현대의 Value Chain에서는 더 이상 과거 수직통합(Vertical Integration)되었던 Value Chain을 통해 누릴 수 있었던 운영의 단순함을 기대할 수 없게 되었다. 무엇보다 급격하게 변하는 비즈니스 환경 속에서 기업들은 전례 없이 신속하게 의사결정을 내려야 하는 압박을 받고 있다. 따라서 더욱 복잡해져 갈 미래 경영 환경에서 기업의 생존은 그 기업이 가지고 있는 의사결정의 질과 범위 그리고 속도에 달려있다고 해도 과언은 아닐 것이다.

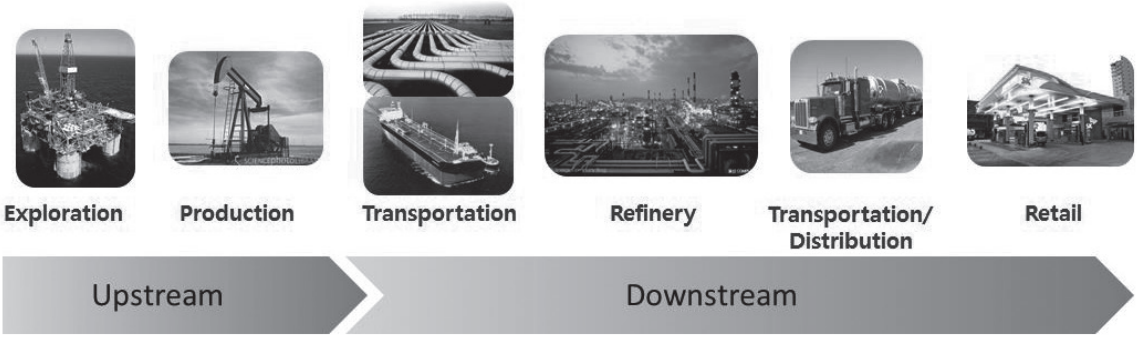
SK이노베이션은 지속가능보고서[1]에서 Optimization을 통해 비즈니스 의사결정 역량을 차별화하겠다는 전사 차원의 성장 전략으로 제시하였다. Optimization을 단지 기술적 역량으로 보는 것에 그치지 않고 기업의 전략으로 삼고 있다는 것은 시사하는 바가 매우 크다. SK이노베이션에서 Optimization이란 기술 용어 아니라 비즈니스 의사결정들을 최적화하고 연계하는데 필요한 기업의 문화, 비즈니스 프로세스, 조직, 기술 역량 및 지원 체계를 아우르는 경영 용어로 사용되고 있는 것이다.

SK이노베이션은 전사의 Optimization 전략을 지원하기 위해 Optimization 본부를 독립 조직으로 운영하고 있다. Optimization 본부에는 기술 전문가들과 비즈니스 전문가들이 함께 모여 Optimization 및 데이터 분석 기술에 기반한 과학적 최적 의사결정 체계를 구축하여 SK이노베이션이 차별적 사업 경쟁력을 확보할 수 있도록 지원하고 있다. Optimization본부 산하의 Optimization & Analytics Lab(이하 O&A Lab)은 이런 혁신활동을 뒷받침하기 위해 핵심 기술을 연구, 개발하고 적용하는데 중추적 역할을 담당하고 있으며 주로 산업공학, 통계학, 및 화학공학 석사와 박사들로 구성되어 있다.

SK이노베이션 이렇게 자체 연구개발 역량을 갖춘 것은 외부에서 사오는 기술로는 SK이노베이션만의 차별적 경쟁력을 만들 수 없다는 믿음 때문이다. SK이노베이션에 최적화되고 내재화된 기술만이 다른 경쟁자들이 따라 할 수 없는 핵심 자산이 될 수 있다. SK이노이베션의 이런 노력은 실제 경쟁사 대비 높은 경영성과로 나타나고 있다[2, 3, 4]. 이제부터 O&A Lab이 어떻게 SK이노베이션의 Optimization 전략에 기여하고 있는지 구체적 사례를 통해 알아보도록 하자.

## 2. SK이노베이션 Optimization 사례

먼저 사례에 대한 이해를 돕기 위해 SK이노베이션의 핵심




〈그림 1〉 석유/화학 사업 Value Chain

사업인 석유/화학 산업의 Value Chain과 그 특징에 대해 간단히 살펴보도록 하자. 석유/화학 산업은 크게 원유를 탐사하고 생산하는 Upstream 비즈니스와 원유를 구매 정제하여 다양한 석유/화학 제품을 생산 판매하는 Downstream 비즈니스로 이루어져 있다. 〈그림 1〉은 전체 Value Chain을 간략히 보여주고 있다.

석유/화학 산업 Value Chain의 가장 큰 특징은 하나의 의사결정이 성과에 미치는 영향이 매우 크다는 것이다. 원유 도입에 주로 사용되는 VLCC(Very Large Crude Carrier)는 통상 원유 약 2백만 배럴을 한 번에 실을 수 있다. 유가를 배럴당 60불이라고 가정하면 VLCC 한 척 분량의 원유 도입 결정이 대략 1,300억 원 짜리가 되는 셈이다. 웬만한 중견기업 일년 매출에 해당하는 매우 큰 규모이다. SK이노베이션이 매달 VLCC 10여척 분량의 원유를 소비한다는 점을 고려하면 최적 의사결정을 통한 1% 정도의 개선이 얼마나 큰 경제적 효과를 내는지 짐작할 수 있을 것이다. 이것이 SK이노비이션이 Optimization전략을 통해 경쟁력 확보에 집중하는 이유이다.

이제 SK이노베이션의 많은 Optimization 사례 중 downstream과 upstream에서 중요한 성과 하나씩을 소개하고자 한다.

### 원유 분석 데이터베이스 –Downstream 비즈니스의 핵심 지식 자산

석유/화학 산업에서 가장 중요한 경쟁력은 원유를 잘 아는 것이다. 대부분의 사람들은 원유의 종류가 매우 다양하다는 사실을 모르고 있다. 하지만 원유가 자연에서 채굴하는 자원이라는 것을 생각하면 그 품질이 지역에 따라 천차만별이라는 것은 당연한 일일 것이다. 실제 원유는 나라별, 지역별, 생산 광구별 등에 따라 유종이 수백 가지가 넘고, 색깔이나 점도, 성분 등도 제각각이다. 또한 원유를 정제해 생산되는 나프타와 경유, 중질유 비율도 모두 다르다. 원유를 잘 안다는 것은 바로 이렇게 다양한 원유의 성질, 성상, 조성을 상세하게 분석해서 원유로부터 얻을 수 있는 경제적 가치를 제대로 평가하고 회수할 수 있다는 것을 의미이다.

원유 가치의 평가 능력은 정유업에서 가장 중요한 원가 경쟁력 확보로 직결된다. 원유 거래 시장에서 원유의 품질이 가격에 프리미엄으로 반영되기는 하지만 주로 밀도나 황함유량등 겉으로 쉽게 드러나는 성상 위주로 평가된다. 따라서 정교한 원유 분석을 통해 시장이 보지 못하는 원유의 가치를 알아 낼 수 있다면 시장 가격 대비 저평가된 원유를 구입할 수 기회가 늘어나는 것이다. 더 나아가 원유 성질을 상세히 분석한 정보는 원유에 내재된 가치를 실현하는 가치 회수 능력의 근원이 된다. 원유의 성질을 제대로 알아야 그에 맞는 최적화된 설비 운영을 통해 동일한 원유에서 경쟁자들에 비해 더 높은 가치를 실현할 수 있게 된다. 이것이 세계 최대의 석유 기업인 ExxonMobil이 Molecule Management라는 전략 하에 원유를 분자 단위까지 분석하는데 집중하고 있는 이유이다[5].

SK이노베이션은 그 동안 전세계 300종이 넘는 원유에 대한 데이터베이스를 구축하고 지속적으로 최신의 정보를 업데이트하고 있다[2]. 더불어 분석 정보를 더욱 정교하게 하기 위한 다양한 연구 활동들을 하고 있다. O&A Lab에서는 전통적인 화학공학 기반 방법이 아닌 최근 급속히 발전하고 있는 데이터 분석 기술들을 활용해 원유 분석의 역량을 Breakthrough 하기 위한 연구를 하고 있다.

### 셰일유전 개발 계획 최적화

최근 석유시장의 지형을 가장 크게 바꿔놓은 사건은 미국에서 시작된 셰일혁명이다. 2000년대 들어 유지되었던 고유가와 수평시추 및 수압파쇄 기술의 발전을 통해 북미산 셰일오일과 가스의 생산이 급격히 늘어나며 2014년 유가의 급락을 야기했다. 한발 더 나아가 세계 석유시장에서 OPEC이 가지고 있던 헤게모니를 급격히 무너뜨렸다. 많은 전문가들은 다시 찾아온 저유가 시대에서 생산 비용이 높은 셰일 생산자들이 버티지 못할 것이라고 예상했다. 하지만 북미의 셰일 생산자들은 다양한 기술 발전을 통해 생산성을 높이며 강한 생존력을 입증했고 세계 석유시장의 중요한 축으로 자리 잡게 되었다.

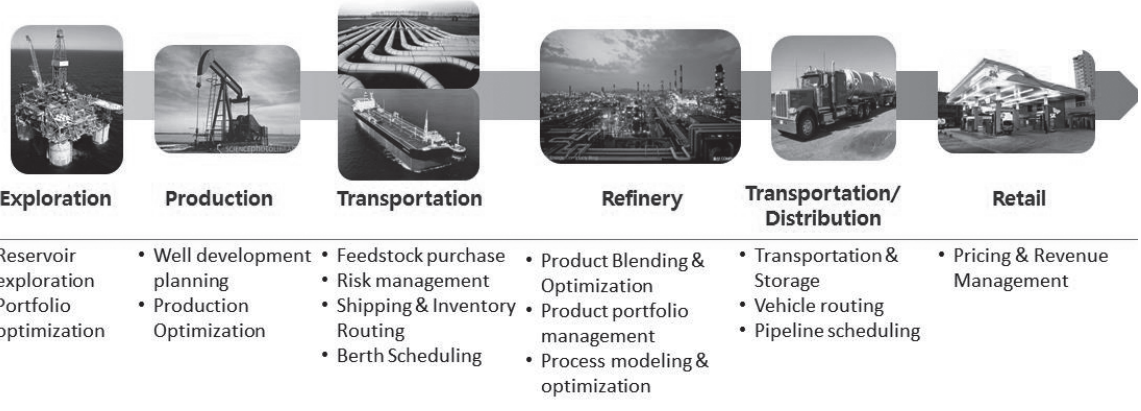
SK이노베이션은 2014년부터 미국 남부 오클라호마 일대 약 2억 2,600만$m^2$의 셰일유전(서울시 전체 면적 38% 해당)에서 한국 기업 최초로 셰일오일과 가스을 직접 생산하고 있다. 차세대 에너지원으로 각광 받는 비전통(Unconventional)자원인 셰일유전을 독자적으로 개발 생산할 수 있는 역량을 쌓아가며 의미 있는 경영 성과를 이루어 가고 있다[6].

O&A Lab은 이곳에 유전 개발 계획 최적화 모델을 개발하여 SK이노베이션의 비전통자원 개발 역량을 고도화하는데 기여하고 있다. MILP(Mixed Integer Linear Program)를 사용하여 향후 1~2년 개발 기간에 대해 채굴의 순서와 방식, 물 공급 및 가스 수집을 위한 파이프라인 등 관련 인프라 건설 계획을 최적화하여 계획 기간 내 개발 수익을 극대화하는 의사결정을 하고 있다. SK이노베이션은 향후에도 전통방식(Conventional) 유전 탐사를 포함한 더 다양한 Upstream 영역에 Optimization 및 데이터 분석 기술을 적용하여 E&P(Exploration & Production)분야 글로벌 Top player로 성장해나갈 계획이다.

## 3. 산업공학도가 O&A Lab에서 어떻게 기여하고 성장할 수 있나?

무엇보다 산업공학도는 O&A Lab에서 Optimization 및 데이터 분석을 포괄한 Decision Science 기술들을 활용하여 전사의 Optimization 전략에 기술 전문가로 기여할 수 있다. 특정 영역에 국한되지 않고 SK이노에이션 전체 value chain에 걸쳐 다양한 비즈니스 문제들〈그림 2〉을 해결하기 위한 기술연구와 혁신과제를 수행할 수 있다. 그 중에서도 현재 O&A Lab에서는 의사결정을 둘러싸고 있는 불확실성에 대응하는 문제에 깊은 관심을 가지고 있다. SK이노베이션의 비즈니스 환경에는 원유 공급사슬의 긴 리드타임과 유가의 큰 변동성 때문에 높은 불확실성이 내재되어있다. 이런 시장 불확실성을 잘 측정하고 대응하는 하기 위해 O&A Lab은 시장가격 분석, Risk Management 그리고 Stochastic/Robust Optimization분야에 연구력을 집중하고 있다. 또한 원유 채굴 및 석유/화학 공정의 비선형적 특성을 다루기 위해 Machine Learning 기반의 프로세스 모델링과 Nonlinear Optimization 분야도 연구하고 있다. 그리고 자산 투자 등 전략적 의사결정을 돕는 Case Study 도구 개발 및 전기차 베터리와 같은 SK이노베이션의 새로운 비즈니스 영역으로 연구 범위를 넓혀가고 있다.

4차 산업혁명 시대 산업공학도의 진정한 가치는 기술을 기




〈그림 2〉 SK이노베이션 Optimization 및 데이터 분석 문제

반으로 비즈니스의 문제를 재정의할 수 있는 능력이라고 생각한다. 산업공학은 이름 그대로 산업 즉 비즈니스를 연구 대상으로 삼는 학문이다. 이것이 사물이나 자연현상을 그 대상으로 삼는 다른 공학과 다른 점이다. 또한 기술을 기반으로 하고 있다는 점에서 같은 연구 대상을 갖고 있는 경영학과도 구별된다. 이제까지 구글이나 애플 같은 일부 기술 기업들을 제외하고는 많은 기업들이 기술을 단지 비즈니스의 보조적 수단으로 생각하는 경향이 있었다. 명확한 비즈니스 모델 없는 경우 아무리 우수한 기술이라도 상업화되지 못하고 사장된 경우가 많이 있었던 것이 사실이다. 하지만 거꾸로 이제 혁신적 기술을 고려하지 않으면 아무리 좋은 비즈니스 모델과 전략도 경쟁력을 갖지 못하는 시대가 오고 있다. 아마존은 현대 경영에서 기술에 대한 이해와 활용이 얼마나 중요한지 보여주는 대표적인 사례이다. ICT, AI, 그리고 드론 같은 혁신 기술이 없었다면 아마존의 온/오프라인을 망라한 수많은 혁신적 비즈니스 모델은 만들어질 수 없었을 것이다. 이런 흐름은 기술 산업을 넘어 모든 산업 영역으로 급속히 확산되고 있다. 이런 이유로 필자는 경영을 이해하는 기술 전문가로서 산업공학도가 앞으로의 SK이노베이션 성장에 크게 기여할 수 있으리라 믿는다.

최근 SK그룹은 SK가 가진 유 · 무형 자산 공유를 통해 SK와 사회 구성원들이 함께 새로운 가치를 만들어 내는 개방형 협력 생태계 조성하고 이를 통해 비즈니스 모델을 혁신하는 공유인프라 기반 성장 전략에 전사적 역량을 모으고 있다[7]. 이런 노력의 일환으로 SK이노베이션은 당사가 가진 Optimization 역량, 데이터 그리고 자원을 플랫폼화하고 이를 기반으로 학계 및 관련 기업들과 함께 현실적 비즈니스 문제를 대상으로 새로운 기술을 연구하고 그 성과를 공유/활용하여 가치를 창출하는 개방형 연구 협력 생태계를 조성할 계획이다. O&A Lab은 이를 실현하기 위해 산업공학과를 비롯한 관련 학계 전문가들과 협력 네트워크를 구축해나갈 계획이다. ie매거진

## 참 고 문 헌

[1] http://www.skinnovation.com/company/she_05.asp.
[2] '에너지업계 알파고'의 힘. SK이노 깜짝 실적, 동아일보 2016-05-10, 원문: http://news.donga.com/3/all/20160509/78006715/1.
[3] '오일 칵테일'에 빠지다, 조선일보 2016-06-30, 원문 : http://news.chosun.com/site/data/html_dir/2016/06/30/2016063002899.html.
[4] [혁신이 기업 미래 바꾼다] 공정 빅데이터 관리로 운영, 수익 극대화, 세계일보 2016-10-12, 원문 : http://www.segye.com/newsView/20161011002730.
[5] Full Integration-A Recipe for Success in the Modern Chemical Industry, ExxonMobil, 원문 : http://corporate.exxonmobil.com/en/company/news-and-updates/speeches/full-integration-a-recipe-for-success-in-chemical.
[6] 미국 땅에서 'SK 셰일가스'가 솟구친다, 조선일보 2017-11-13, 원문 : http://biz.chosun.com/site/data/html_dir/2017/11/13/2017111300079.html.
[7] 최태원 SK회장 "내년 화두는 공유인프라", 동아일보 2017-10-21, 원문: http://news.donga.com/3/all/20171021/86859578/1.

■ 약력 | 권 기 상

□ 학력
• 학사 in Mechanical Engineering, 서울대학교 석 · 박사 in Industrial and Systems Engineering at Georgia Institute of Technology

□ 경력
• 2000년~2003년 선양테크 자동화 연구소 계장
• 2003년~2006년 선임컨설턴트, UGS PLM Korea
• 2007년~2011년 Research Assistant, ISYE at Georgia Institute of Technology
• 2012년~현재 수석연구원, SK이노베이션 O&A Lab

□ 관심분야
• Large scale integer program, Robust/Stochastic optimization, Data analytics, Machine learning, Deep learning, IT infrastructure for decision support

# 전국 대학생 산업공학도 모임 FIELD란

고 재 승 / 홍익대학교, FIELD 총기획단장

## 1. FIELD

FIELD란 'Future Industrial Engineering Leaders and Dreamers'의 약자로, 대한민국을 이끌 미래의 리더들이 될 대학생 산업공학도들이 자발적으로 모여 만든 인적, 학술적 교류 단체이다. 서로의 꿈과 비전, 그리고 생각을 공유할 수 있는 교류의 장을 만든다는 목표 아래 2008년에 출범한 FIELD는 기존 5개교 산업공학과(서울대학교, 연세대학교, 고려대학교, 한국과학기술원, 포항공과대학교)학생들을 중심으로 한 단체였지만, 2017년 이래 대한산업공학회 측에서 FIELD가 진행한 활동을 주최하게 됨에 따라 전국에 있는 산업공학과 대학생들이 모두 함께할 수 있도록 활동 범위를 넓혔다.

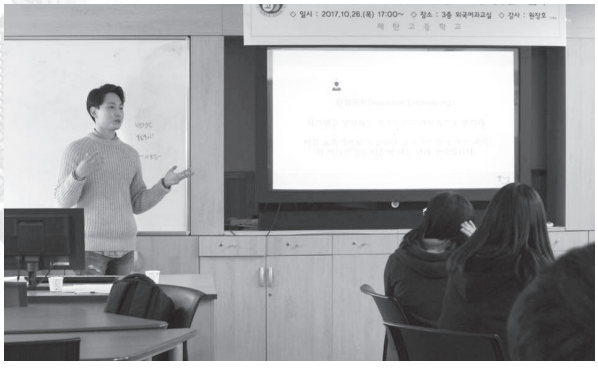
FIELD 활동 인원은 연 단위로 갱신되며, 2018년의 총 활동 인원수는 약 50여명 정도로 예상하고 있다.

전국 대학생 산업공학도가 함께 하는 FIELD는 학생간 교류의 지역적 한계를 벗어날 수 있다는 점, 자발적인 참여를 기초로 하는 단체인 만큼 산업공학에 대한 지식과 견해를 서로 왕성하게 공유하며 전공 응용 능력을 대폭 신장할 수 있다는 점, 그리고 학생들 간은 물론이거니와 교수진 및 기업 간에도 폭 넓은 인적 네트워크 형성을 도모할 수 있다는 점에서 타 단체와 차별화된다.

개인의 능력뿐 아니라 사회적 자본 또한 중요시되고 있는 현대 사회에 발 맞추어 FIELD는 전국 대학생 산업공학도의 탄탄한 전공 응용 능력 계발과 인적 네트워크 구축을 비전으로 삼고, 이를 위한 체계를 개발하기 위해 힘쓰고 있다. Workshop, Competition, Recreation을 아우르는 FIELD CAMP를 포함하여 FIELD에서 진행하는 세미나와 고교 방문 설명회는 훗날 기업이나 학계는 물론, 사회 전반에 걸쳐 적잖은 시너지 효과를 가져올 것으로 기대된다.

〈그림 1〉 FIELD 정기 오프라인

〈그림 2〉 FIELD 오프라인 세미나



〈그림 3〉 FIELD 고교방문

## 2. FIELD 활동

FIELD는 FIELD CAMP, FIELD BIRD, FIELD ACADEMIA, FIELD PROMO, FIELD BRIDGE 5가지 활동을 하며 1학기에는 FIELD CAMP, 2학기에는 FIELD BIRD, FIELD ACADEMIA, FIELD PROMO, FIELD BRIDGE 활동한다.

### 2.1 FIELD CAMP(1학기 활동)

FIELD CAMP의 목적은 전국의 산업공학도들이 교류 하기엔 지역적 한계가 존재하여 학술교류와 인적 네트워크 형성의 장을 제공하는 것입니다. FIELD CAMP는 8월 중순 경 3박 4일간 진행되며 Competition을 통해 우수 팀을 선발하여 수상을 하고 Ice Breaking, Recreation, 선배와의 만남, 산공인의 밤 등 다양한 프로그램도 진행한다. FIELD CAMP는 대외협력부, 기획부, 컴페티션부, 홍보부 총 4개의 부서로 이루어져 있으며, 준비 과정은 3월~7월까지 매주 각 부서별 온라인 회의를 진행하고, 매달 마지막 주 토요일에 정기 오프라인회의를 가진다(4월 한 번은 정기 오프라인 회의 대신 1박 2일 워크샵을 가며 7월 첫째주 토요일에 FIELD 스태프 운동회 개최).

### 2.2 FIELD BIRD(2학기 활동)

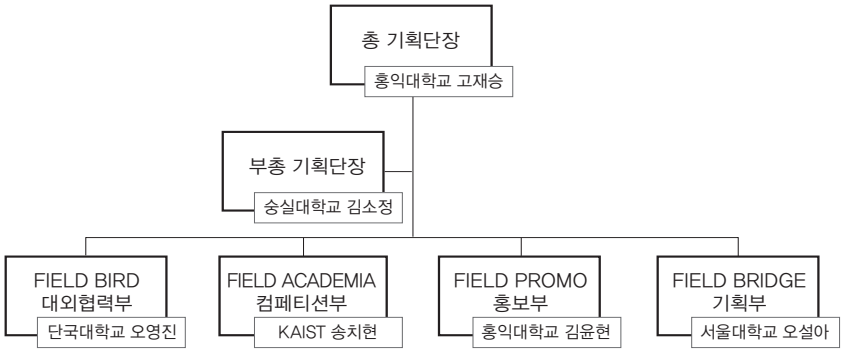
FIELD BIRD의 목적은 중 · 고등학생에게 산업공학을 알리는 학생홍보대사 활동이다. 매 달 하나 이상의 고교에서 설명회를 진행하며 산업공학을 알릴 수 있는 행사에 참여를 한다. 연말에 지자체 단위 고등학생 설명회 개최를 목표하고 있다.

### 2.3 FIELD ACADEMIA(2학기 활동)

FIELD ACADEMIA의 목적은 세미나를 통한 산업공학도의 학술 교류 망 형성이다. 2학기 매달 마지막 주 토요일에 진행되는 정기 오프라인 회의 때 FIELD 스태프 간에 학술적인 주제와 자유주제의 세미나를 진행한다. 연말에 전국 산업공학도 단위의 세미나를 개최를 목표로 하며, 산업공학과 연사님

〈그림 4〉 2017 FIELD CAMP

〈그림 5〉 FIELD CAMP 컴페티션




〈그림 6〉 FIEDL 조직도

초청 및 산업공학과 전공 관련 내용을 이해하고 토의하는 시간을 갖을 계획이다.

### 2.4 FIELD PROMO(2학기 활동)

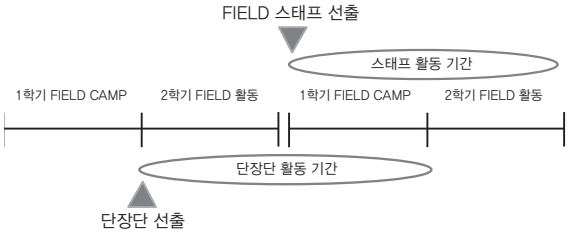
FIELD PROMO의 목적은 FIELD 카페, 페이스북 페이지를 통한 FIELD 및 산업공학 홍보이다. 1차적으로 전국 산업공학도 들에게 페이스북 페이지를 홍보할 것이며 페이스북을 통해 카페 접근성을 확보할 것이다. FIELD 활동 및 홍보에 대한 게시물과 FIELD SEMINAR 내용을 카드뉴스 형식으로 제공할 것이다.

### 2.5 FIELD BRIDGE(2학기 활동)

FIELD BRIDGE의 목적은 전국 대학생 산업공학도 간의 교류와 FIELD 현 스태프 및 알룸나이 간의 교류를 위한 행사를 기획하는 것이다. 1차 행사는 전국 대학생 산업공학도들이 모일 수 있는 장소를 대관 후 다양한 레크리에이션을 기획, 진행한다. 2차 행사는 장소를 대관 후 FIELD 알룸나이선배님들을 초대하여 1년간의 FIELD의 행보를 알리고 현 스태프와 알룸나이의 만남의 시간을 가진다.

## 3. FIEDL 조직도

FIELD는 단장단과 스태프로 구성된다. 단장단은 총 기획단장 한 명, 부총 기획단장 한 명, 부서별 단장단 4명으로 이루어져 있다. 4명의 부서별 단장단은 1학기에는 FIELD CAMP 부서(대외협력부, 컴페티션부, 홍보부, 기획부)의 부서장을 맡으며, 2학기에는 FIELD BIRD(1명), FIELD SEMINAR(1명), FIELD PROMO(1명), FIELD BRIDGE(1명) 부서장을 맡게 된다.




〈그림 7〉 FIEDL 단장단 및 스태프 선출

〈그림 8〉 FIELD 수료

## 4. 단장단 및 스태프 선출

해당 년도 스태프는 3월 초에 공고를 낸 뒤 면접을 통해 3월 말까지 선출 하며 활동기간은 1년으로 합니다. 단장단은 FIELD CAMP 시작일로부터 해서 1주일 간 FIELD 스태프에 한해 지원을 받은 뒤 해당 년도 단장단들이 협의를 통해 임명을 하며 활동 기간은 1년으로 한다.

# Portland State University

한용희
숭실대학교 벤처중소기업학과 부교수

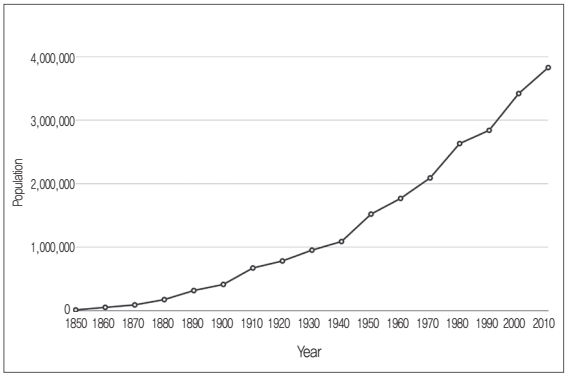
여기서 소개하는 Portland State University(PSU)가 위치하고 있는 미국 오리건 주 및 포틀랜드시부터 소개하고자 한다.

## 1. Oregon 주

오리건 주는 캘리포니아주와 워싱턴주 사이에 위치하며 면적이 255,026km$^2$로 한반도 면적 219,140km$^2$보다 조금 큰 반면 인구는 약 410만 명이다(인구가 급격히 성장중임. 〈그림 1〉 참조). 주의 한가운데에 동쪽의 Cascade 산맥, 서쪽의 Oregon Coast 산맥, 남쪽의 Calapooya 산맥으로 둘러싸인 240 km 길이의 Willamette 계곡이 위치하며, 인구의 대부분이 이곳 Willamette 계곡에 거주한다(〈그림 2〉 참조).

주의 서쪽은 태평양과 면해 있으며 주를 남북으로 가로지르는 Cascade 산맥 서쪽은(Willamette 계곡을 포함하여) 울창한 삼림지대이고 산맥 동쪽은 건조한 초원지대이다. 결과적으로 차로 3시간 내 거리에 해안, 삼림, 초원, 사막이 모두 존재하는 관계로 짧은 시간 내에 방문하거나 구경할 곳이 많다. 사람은 적은 반면 나무가 많다 보니 주의 주요 산업 중 하나가 목재가공업이며, 나무/목재 관련한 연구가 활발하고 나무를 엄격하게 보호하는 편이다(큰 나무 때문에 도로를 둘로 갈라서 내는 경우도 있고, 건물을 지으려 했는데 그 자리에 있는 큰 나무(들)의 벌채 허가가 안 나서 건축 자체를 포기하는 경우도 있다고 함. 한 마디로 '더 잘 사는' 것보다는 'Well-being' 및 '환경'(및 애완동물)을 더 중시하는 경향이 강한 곳이다). 소비세(sales tax)가 없는 반면 이웃한 주인 워싱턴(7~9.5%) 및 캘리포니아(7.5~10%)의 소비세가 높아 오리건 주로 쇼핑을 오는 경우도 많고 한국에서 미국 사이트를 통해 직접구매(직구)하는 경우 경유하는 배송대행지, 구매대행지, 물류센터 중 많은 곳이 오리건 주에 위치하고 있다. 전체 인구 중 백인이 78.5%, 라틴계가 5.1%, 동양인이 3.7%, 흑인이 1.8%이며 주의 면적에 비해 인구가 적은 관계로 outdoor 활동이 매우 활발한 곳

〈그림 1〉 오리건 주의 위치




〈그림 2〉 1850년~2010년 오리건 주의 인구 변화

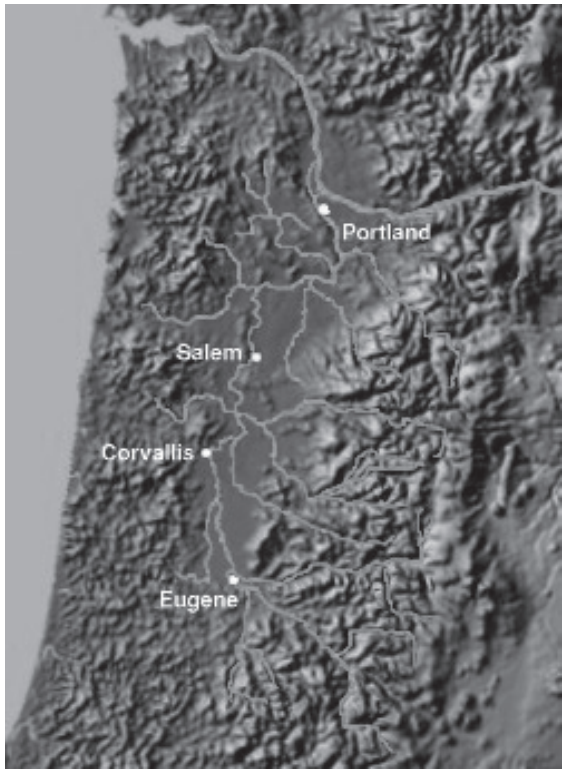
으로 서쪽 태평양 연안에서는 수온이 낮아서 해수욕은 불가능하나 게 및 조개잡이를 많이 하고 Cascade 산맥 주변에서는 스키를 많이 즐긴다.

## 2. Portland

Portland State University(PSU)가 위치하고 있는 포틀랜드는 오리건 주의 유일한 대도시이며(주 전체 인구 410만 명 중 포틀랜드 광역권에 239만 명 거주) 미국 내에서도 가장 진보적인 도시이다(미국 내에서 대표적인 히피와 힙스터들의 도시로 꼽히며, 트럼프 대통령 반대 시위가 가장 격렬하게 벌어진 곳 중 한 곳임). 기후는 지중해성 기후로 여름에는 거의 비가 안 오고 매우 건조한 반면 전체 강우량의 절반 이상이 11~2월 동안 집중된다. 포틀랜드의 기후는 미 대륙 서북부의 큰 도시들인 캐나다 밴쿠버, 워싱턴주의 시애틀과 비슷하지만 포틀랜드가 그 중에서 가장 남쪽에 위치하는 관계로 평균 기온이 가장 높고 일조량도 가장 많다. 1월 평균 최저 기온은 2도, 최고 기온이 8도인 반면 7월 평균 최저 기온은 13도, 최고기온은 27도이다(한 마디로 날씨가 매우 좋은 곳이다). 밴쿠버, 시애틀과 더불어 아시아에서 가장 가까운 미 대륙 대도시인 관계로 동양인의 비중이 7.1%로 타 미국 도시 대비 높은 편이며 밴쿠버, 시애틀과 더불어 미 대륙에서 가장 빠르게 성장하고 있는 도시 중 하나이다(중화권 자본의 유입으로 집값도 덩달아 올라 2016년 대비 2017년에 시애틀 11.0%, 포틀랜드 10.9% 상승). 또한 도시 내 커피샵, 수제 맥주집, 개인 와인바가 많으며 나이키의 본사 및 인텔의 최대 R&D 시설이 위치하고 있다. 대한항공 및 아시아나가 포틀랜드에 취항하지 않아 시애틀에서 내려서 3시간 정도 자동차로 이동하거나 미국 국적기를 이용해야 한다.

## 3. Portland State University

Portland State University(PSU)는 오리건 주 주립대학 중 하나로 포틀랜드 다운타운 남서쪽에 위치한 대학이다. 오리건 주의 기타 주요 대학인 University of Oregon 및 Oregon State University에 비해 상대적으로 늦은 1946년에 제 2차 세계대전 제대군인들을 위한 교육기관으로 시작하였다. 설립 후 20여년간 점진적으로 4년제 대학으로 바뀌었으며, 현재 7개 단과대학(School of Business Administration, Graduate School of Education, School of Social Work, College of Urban and Public Affairs, College of the Arts, Maseeh College of Engineering and Computer Science, and the College of Liberal Arts and Sciences)으로 구성되어 있다. PSU는 The Princeton




〈그림 3〉 Willamette 계곡

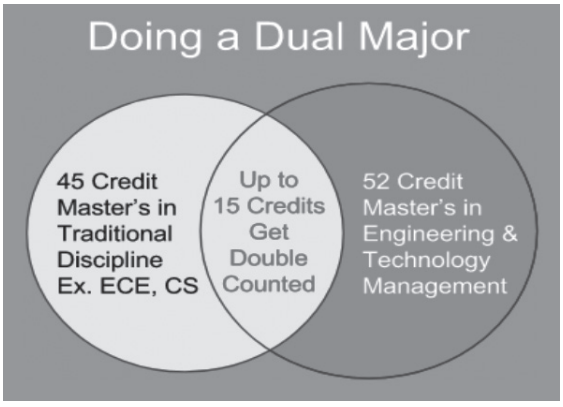
Review에서 조사한 The Best 376 Colleges중 학부 과정이 상위 15%에 위치하고 있으며, U.S. News and World Report 지의 2017년 조사에 의하면 Health Care Management, Social Work, Public Affairs, and Rehabilitation Counseling의 대학원 과정은 미국 내 상위 50위권 내에 위치한다. PSU가 대도시에 위치하고 있는 관계로 전체 재학생 중 Part-time 학생의 비율이 높은 편이며 Portland에 위치한 Intel, Nike, PGE(Portland General Electric), OHSU(Oregon Health & Science University) 등과의 협력이 활발하다. PSU는 특유의 Senior Capstone Project(학위 중 배운 지식을 이용하여 산학협력 프로젝트를 진행하는 capstone 과목을 의무적으로 수강해야 학위가 수여됨. 미국 내 대학 중 가장 먼저 도입한 대학 중 하나임)으로 유명하다. 전체 학생들 중 백인이 90% 이상이며 Quarter(4학기)제로 운영된다.

## 4. Engineering and Technology Management

PSU에는 산업공학과가 없는 대신 기술경영분야에 특화된 Departmenf of Engineering and Technology Manage-ment(ETM)가 optimization을 포함한 산업공학 부분도 아우르고 있다. ETM은 PSU 공과대학 내의 Systems Engineering 학과(대학원)의 한 전공분야로 존재하다 Kocaoglu 교수가 PSU에 초빙되어 오며 PSU의 별도 학과(대학원)로 1987년 독립하였으며(기술경영분야의 학과들 중 가장 오래된 학과 중 하나임), 현재 전임교원 4명, 석박사 학위 및 Certificate 과정 학생 250여명으로 구성되어 있다(한국인은 연구교수 1명과 박사과정 유학생 2명, 석사과정 서너 명이 있으며 박사과정 1명은 내년 봄, 다른 1명은 내후년 졸업 예정).

현재까지 700여명의 석사, 50명의 박사를 배출하였으며 연간 약 40개 강좌를 개설하고 있다. 모든 수업은 Part-time 학생들의 편의를 위해 저녁에 주 1회 수업으로 2개의 캠퍼스(포틀랜드 다운타운 및 포틀랜드 위성도시인 Hillsboro)에서 운영되고 있다. 수여하는 학위는

1. MS in Engineering and Technology Management)
2. Graduate Certificates in:
   - Engineering and Technology Management
   - New Product Development
   - Technological Entrepreneurship
   - Strategic Management of Technology
   - Project Management




〈그림 4〉 ETM의 복수학위제도

3. Ph. D. in Technology Management이며, Certificate은 지정된 4과목을 수강하면 받을 수 있고 certificate에서 수강한 과목들은 추후 석사나 박사학위를 위한 credit으로 활용이 가능하다. 또한 복수학위제도를 이용하여 ETM과 공과대학 내 타 학과 석사학위를 같이 취득하는 경우도 많으며(ETM 석사학위 취득에는 52학점, 공과대학 내 타 학과 석사학위 취득에는 45학점이 필요하나 이중 15학점이 중복 Count 가능함) 타 학과 석/박사학위 Minor area Requirement를 ETM의 Certificate을 취득하여 채우는 경우도 많다.

ETM은 기술경영분야에 특화된 학과인 관계로 학부과정이 없어 학과 규모는 상대적으로 작지만 최근 ETM의 전임교원인 Daim 교수가 IEEE Transactions on Engineering Management(TEM)의 차기 Editor-in-Chief(EIC)로 선출되었으며 기술경영 관련 4개 저널(International Journal of Innovation and Technology Management, Technological Forecasting & Social Changes, Journal of the Knowledge Economy, Technology in Society)을 운영하거나 ETM 소속 교수가 편집진에 있는 등 기술경영 분야에 큰 영향력을 가지고 있다(TEM 역사상 총 5명의 EIC 중 2명이 ETM 소속이며 TEM의 2대 EIC가 Kocaoglu교수).

또한 ETM은 PICMET(Portland International Center for Management of Engineering and Technology)을 운영하고 있다. PICMET은 1991년에 기술경영분야의 전 세계 전문가들

〈그림 5〉 ETM이 위치하고 있는 Fourth Avenue Building 전경

〈그림 6〉 PICMET Conference

의 교류를 목적으로 한 단발성 학술대회로 ETM의 명예교수이며 현 회장인 Kocaoglu 교수에 의해 시작하였으며, 현재 전 세계 2만여명의 정회원과 3만 5천여명의 회원으로부터 매년 900여편의 논문이 접수되는 기술경영경제정책 분야의 세계 최대 학회로 성장하였다. 대부분의 경우 연 1회 포틀랜드(홀수년도)와 미국 외 도시(짝수년도)에서 교대로 개최되며 약 600명의 회원이 참가한다. 서울에서도 2004년 개최되었으며 현재 PICMET 한국지부가 운영중이다.

## 5. 교수 소개

Timothy Anderson 교수는 특정 시점에서의 기술의 진보 수준을 DEA(Data Envelopment Analysis) 기법으로 벤치마킹하고 예측하는 TFDEA(Technology Forecasting Data Envelopment Analysis) 기법을 개발한 DEA 분야의 석학이다. TFDEA는 DEA의 일종이므로 다수 투입, 다수 산출 상황의 모델링이 간편하며, 기술예측을 위해 최소한의 데이터만을 필요로 하고, 데이터의 분포에 어떠한 통계적 가정을 할 필요가 없기 때문에 분석자의 자의적인 판단이 개입될 여지가 상대적으로 적다. TFDEA는 전투기, 민간항공기, CPU, 그래픽카드, LCD모니터, 무선통신 프로토콜, 하이브리드 자동차, 일안렌즈 카메라 등의 미래 성능 예측 시 기존의 회귀분석 방법 대비 예측오차가 감소함이 입증되었으며, 국내에는 무기체계, 무인항공기, 전차(Tank) 등의 군사기술 예측에 주로 적용되었다. Anderson교수는 Minnesota-Twin Cities 대학에서 전기전자공학 학사, Georgia Institute of Technology 산업공학과 박사학위를 취득한 후 1995년부터 ETM에서 재직중이며 현 ETM의 학과장이다. ETA(Extreme Research Analytics) Lab을 통해 기술 예측, DEA, 최적화, Benchmarking, Data mining 관련 연구를 수행하고 있으며 병원 Staff 스케줄링, 미 해군 교육을 위한 방 배정, 반도체 칩을 위한 Test vector, Data mining(Using Neural Networks, DEA, Multiple Logistic Regression, Cluster Analysis) 등의 프로젝트를 수행하였다. 최근에는 R 통계 패키지를 이용한 DEA 입문서를 저술하고 있다.

Tugrul Daim 교수는 인텔사에서 300여명 규모의 마이크로프로세서 개발팀을 이끌다 ETM에서 박사학위를 받은 후 ETM에 합류했으며, 현재 Sustainable Infrastructure and Technology Management Lab을 통해 조직/기업 내에서 프로젝트가 배분되는 방법의 최적화, 신기술(들)의 프로젝트화에 있어서의 평가, 통합, 기술 로드맵(Technology Roadmaps; TRMs) 등을 에너지, 교통, Health Care 분야에 적용하는 방법에 대해 연구하고 있다. Bonneville Power Administration(BPA), Energy Trust of Oregon, EPRI 등과 프로젝트를 수행하였다. BPA와의 프로젝트에서는 TRM을 통한 시장 흐름(Market drivers) 및 기술적 간격(Technological Gap) 파악, 새로운

〈그림 7〉 Timothy Anderson 교수(좌), Tugrul Daim 교수(우)

R&D 기회 포착, R&D 프로젝트 개발을 위한 경쟁력 있는 Third Parties 파악 및 선택을 수행하였다. 운송 관련 프로젝트로는 Value Management Strategies사와 교통 관련 프로젝트(고속도로 건설 등의 프로젝트의 효율 증대를 위해 기존의 가치 관리 Tool들 및 프로세스를 통합하고 개선)를 진행하였으며, Health care 관련하여 Multi-criteria 의사결정 모델, 설문조사, 기타 평가 방법들을 이용하여 Healthcare 산업에서의 신기술 도입 과정을 개선하는 프로젝트를 수행하였다. 최근에는 Chinese Academy of Engineering의 초청으로 The 8th China Forum of Future-oriented Technology Analysis의 keynote speaker로 초대되었다.

그 외에도 Antonie Jetter 교수는 신제품 개발, 지식관리, 조직 학습, 신제품 마케팅 분야를 연구하고 있으며 최근 NSF-funded Epicenter의 Pathways to Innovation Program에 선정되었다. 마지막으로 Charles Weber 교수는 혁신, 기업가정신 분야를 연구하고 있으며 최근 IEEE Transactions on Semiconductor Manufacturing의 Best Paper Award를 수상하였다. ie매거진

## 참 고 문 헌


[1] The Princeton Review(http://www.princetonreview.com/).

[2] Department of Engineering and Technology Management (https://www.pdx.edu/engineering-technology-management).

[3] PICMET(https://www.picmet.org).

[4] Wikipedia(http://wikipedia.org).

[5] 나무위키(https://namu.wiki).

[6] Google Map(https://www.google.com/maps).

[7] Extreme Technology Analytics Lab(https://www.pdx.edu/extreme-technology-analytics/).

[8] Sustainable Infrastructure and Technology Management Lab(https://www.pdx.edu/engineering-technology-management/sustainable-infrastructure-and-technology-management).