

4차산업혁명시대의 R&D 프로세스 고찰과 제안

백창화 · 최재호 · 임성욱†

대진대학교 산업공학과

A Study on the R&D Process of the 4th Industrial Revolution Era

Baek, Chang Hwa · Choe, Jae Ho · Lim, Sung Uk†

Dept. of Industrial Engineering, Daejin University

ABSTRACT

Purpose: The purpose of this study is to investigate the characteristics and limitations of various R&D processes. And to propose new R&D processes by analyzing the characteristics of the era of the fourth industrial revolution that will lead to innovative changes throughout the industry.

Methods: Research method is to analyze the previous research on existing R&D process and draw out implications, and develop a new R&D process model that reflects characteristics of the fourth industrial revolution era.

Results: This study analyzes the characteristics and situation of existing R&D process and derives the features of parallel structure and modularity suitable for the 4th industrial revolution era, characterized by super connectivity, super intelligence, super fusion. And propose a R&D process model that can respond flexibly and promptly to various market and customer needs.

Conclusion: Suggestions for the development of R&D processes suitable for the fourth industrial revolution era will present new strategies and measures and provide diverse & innovative opportunities.

Key Words: R&D Process, the 4th industrial revolution, Proposal of R&D process

• Received 22 November 2017, 3 December 2017, accepted 4 December 2017

† Corresponding Author(sulim@daejin.ac.kr)

© 2017, The Korean Society for Quality Management

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-Commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

※ 이 논문은 2017학년도 대진대학교 학술연구비 지원에 의한 것임

1. 서 론

제품과 서비스, 기술과 감성이 융합하는 4차산업혁명 시대는 지능형정보기술의 발전으로 산업 전반에 혁신적인 변화가 예상된다. 이는 데이터나 지식이 산업 전반의 새로운 경쟁 원천으로 부각될 것이고 이를 통해 생산성 향상이나 근로시간 단축, 기존 프로세스의 큰 변화를 바탕으로 경제, 사회 전반의 큰 변화를 수반하게 될 것이며 플랫폼과 관련 생태계를 중심으로 산업경쟁 변화를 줄 것으로 예상된다.

4차산업혁명은 인공지능, 로봇, 사물인터넷, 3D 프린터 등의 첨단 기술과 생산 설비가 융합된 개발과 생산의 지능화 혁명이라고 말할 수 있다. 제품과 서비스가 연결된 플랫폼 기반의 통합서비스가 주류를 이루며 데이터 서비스 중심의 초연결 네트워크 환경이 구축되고 있다. 이는 기업의 디지털 혁신과 연결되며 기존 환경과 플랫폼의 변화로 더 이상 기존의 R&D 프로세스를 활용하여 급격하게 변화하는 환경과 소비자를 만족시키는 제품과 서비스를 제공하기 어렵다. 기존의 R&D 프로세스는 이러한 4차산업혁명의 특징을 반영하지 못하므로 이에 맞게 변화되어야 하며 이에 적합한 R&D 프로세스 개발이 필요하다.

R&D 프로세스는 제품이나 서비스에 대한 개발을 진행하고 관련된 개발 성과를 단계적으로 종합적으로 파악하여 문제가 있을 경우 그 개선방안을 도출하여 해결함으로써 목표달성의 효율성을 높이고, 궁극적으로는 기대되는 개발 성과의 목표를 달성하기 위한 종합적인 단계로 많은 연구가 되어 왔다. 본 연구는 기존의 다양한 R&D 프로세스 관련된 선행연구 결과를 살펴보고 그 중에서 Cooper(1990)가 제시한 Stage-Gate 프로세스를 중심으로 기존 R&D 프로세스의 특징과 이후 시대에 따라 변화되는 내용과 과정을 분석하여 4차산업혁명 시대에 적합한 R&D 프로세스를 제안하고자 한다.

그러므로 본 연구의 목적은 첫째, 기존 R&D 프로세스에 대한 다양한 선행연구를 고찰하여 특징과 한계점을 살펴본다. 둘째, 산업 전반에 혁신적인 변화를 이끌 4차산업혁명 시대의 특징을 분석하고 시사점을 도출하여 이에 적합한 새로운 R&D 프로세스를 제안한다.

2. 이론적 배경 및 선행연구

2.1 국내외 연구동향

R&D 활동은 일반적으로 신제품 개발을 위한 기회 인지에서부터 설계, 개발 및 시제품 제작, 시장 도입에 이르는 여러 가지 단계별 프로세스로 구성되며, 이러한 프로세스는 단계별 실행과 이에 따른 피드백을 통해 지속적으로 진행하게 된다. R&D 개발 프로세스는 여러 가지 방법이 활용되고 있으며, 이 중 개발활동 수행을 Stage라고 정의하고 활동평가 및 의사결정을 Gate로 정의하여 이를 프로세스로 이용한 SGP(Stage-Gate Process)가 있다. 이는 크게 5단계로 구분되며 프로젝트 계획수립, 사양분석 개발 사양정의, 세부설계 개발수행, 제품 검사 및 검증, 시장 출시로 구성되어 활용된다. 각 단계별 Stage의 수행이 완료되면 단계별로 과정과 결과를 검사하고 평가하는 Gate를 통과하는 절차를 거친다.

R&D 프로세스에서 DFSS(Design for Six Sigma)를 활용하기도 한다. R&D 프로세스에서 일반적으로 DFSS를 활용하는 과정은 발생한 문제점과 고객의 핵심요구사항을 파악하여 문제를 정의하는 단계(Define), 현재 수준을 파

약하고 고객의 요구사항을 확인하여 제품사양을 확인하는 단계(Identify), 프로세스 상의 주요 인자를 선정하고 관련 내용을 설계하는 단계(Design), 세부 설계 프로세스를 거쳐 이를 최적화하는 단계(Optimize), 시제품 등을 이용하여 관련 결과물을 시험하고 검증하는 단계(Validate)로 구분할 수 있다.

또한 R&D 프로세스는 일반적인 제품개발론을 활용하기도 한다. 이는 제품에 대한 기획 단계(Plan)부터 시작하여 제품의 개념을 개발하는 단계(Concept Development), 이에 대한 시스템적인 설계(System Design)와 상세 설계를 진행하는 단계(Detail Design), 관련 시험과 검사를 진행하는 단계(Test), 그리고 생산을 진행하는 단계(Production)로 구분할 수 있다. 각 단계는 좀 더 세부적으로 나눌 수 있으며 예를 들면, 제품의 개념 개발 단계(Concept Development)는 소비자 요구분석 단계, 제품개념 선정 단계, 관련된 시험 단계, 최종 제품 사양을 결정하는 단계, 그리고 이에 적합한 제품을 설계하는 단계로 세분화하여 구분할 수 있다.

이를 종합적으로 정리하면 Fig. 1과 같다.

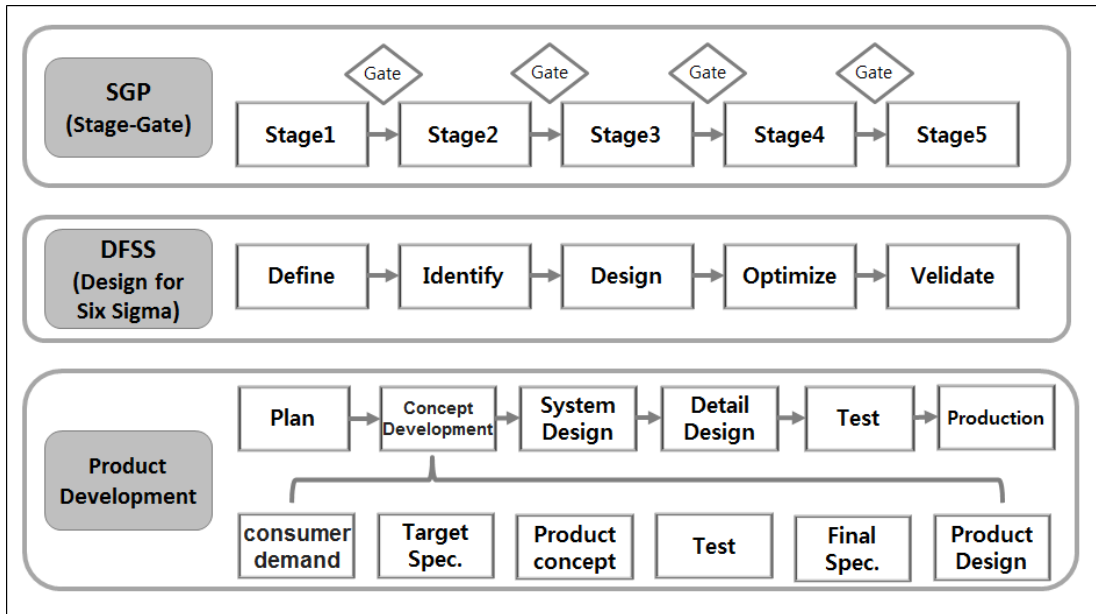


Figure 1. Major R&D Process Models

기존 R&D 프로세스 연구는 프로세스의 투입 단계에서 활동 목적의 정의, 프로세스 개발 단계에서 활동 방법에 대한 활용 여부와 적절성, 산출 단계에서 최종 산출물의 정의와 존재 여부, 그리고 결과 단계에서 프로세스에 대한 결과 정의와 존재 여부를 연구하여 개발하는 것이 일반적이며, 여기에 연구개발 프로세스 활동의 가치사슬(Value Chain) 모델 개념을 반영하여 개발한 모형도 연구되었다.

이러한 다양한 R&D 프로세스에 대한 여러 선행 연구 중에서 우선 Stage-Gate 프로세스를 중심으로 관련된 많은 연구와 개발이 진행되었다.

Cooper(1994)는 R&D 프로세스에 대한 기존의 연구들을 조사하여 신제품 프로젝트를 아이디어에서 시작에서 신제품 개발에 이르기까지 추진하는 시스템은 있었으나 시간이 오래 걸리거나 너무 관료적인 약점이 있다는 것을 파악하였다. 이에 프로젝트 포트폴리오의 관리와 자원 관리에 보다 많은 초점을 맞추는 연구를 진행하였다. 그리고 제품을 시장에 더 빨리 출시하고 최소한 자원 사용을 개선하는 효율적인 로드맵을 기업에 제공하기 위해 성공적인 R&D 활동을 위한 기본적인 프로세스를 제안하였다.

Edgett et al.(2002)는 R&D 프로세스를 활용한 신제품 개발을 조직차원과 프로젝트 레벨로 구분하였다. 그리고 신제품을 개발하는 활동에 대한 세부 활동을 베스트 프랙티스(Best Practice)로 정의하고 제안하였다. 이에 대한 베스트 프랙티스는 기업 목표를 반영한 신제품 전략과 새로운 조직문화, 프로젝트 협력팀의 구성, 프로젝트 자원 할당 등의 주요 활동요소로 구분하였고 이는 다시 세부항목으로 분류하여 100여개의 베스트 프랙티스로 구성하였다.

Yasin(2002)은 베스트 프랙티스에 대한 벤치마킹 사례 및 이론과 관련된 다양한 문헌을 검토하였다. 베스트 프랙티스의 벤치마킹은 R&D 프로세스의 개발 초기 단계에서는 프로세스 및 활동 방향을 강조하였고, 이후 범위가 전략과 시스템을 포함하도록 확대되어 기업의 경쟁력 제고를 가능하게 하는 수단으로 인식되었으며 제품의 프로세스 향상을 위한 유용한 도구로 활용되었다.

Cooper and Edgett(2006)는 아이디어 창출부터 출시까지를 Stage와 Gate를 통해 진행하게 되는 프로세스를 제안하였다. 각 R&D 활동이 수행되는 단계를 Stage로 표현하고, 각 단계별 R&D 활동을 평가하여 프로젝트를 지속 진행해야하는지에 대한 의사 결정하는 것을 Gate로 표현하였다. R&D 프로세스에서 신제품 개발에 대한 Stage-Gate 프로세스는 크게 5단계의 Stage로 구분하였다. 이는 Scoping(프로젝트에 대한 계획수립), Build business case(개발 사양분석 및 정의), Development (세부설계 및 개발수행), Testing & Validation(제품 시험 및 검증), Launch(시상출시)로 분류하였다. 이러한 Stage-gate 프로세스 모델은 R&D 활동을 수행하는 관련된 여러 부서의 의견이 각 단계마다 반영되게 하였다. 그리고 여러 조직의 참여를 통해 일방적이고 주관적인 의사결정을 하지 않도록 제안하였다. 또한 이를 바탕으로 최종 의사결정자가 관련된 선택이나 결정을 하는데 도움을 줄 수 있는 역할로 제시하였다.

Guglielmi et al.(2006)은 R&D 활동은 일반적으로 기술, 경영 및 사회적 문제를 동시에 포함하는 복잡하고 구조화되지 않은 현상을 포함하며 오랜 시간이 필요한 경우가 많다고 생각하여 이러한 상황을 집중적으로 분석하였다. 이는 제품 개발과 관련된 R&D 프로세스의 두 가지 중요한 단계 분석인 초기 단계의 연구 단계와 마지막 단계의 상용화 단계의 분석을 기반으로 하였고, 이러한 문제를 해결하기 위한 새로운 R&D 프로세스와 평가 프레임 워크를 제안하였다.

Cooper(2007)는 R&D 프로세스 중 기술개발 프로젝트의 중요성을 강조하며 이러한 신제품 프로세스의 기반과 플랫폼에 적합한 독자적인 Stage-Gate 프로세스를 제안하였다. 이 프로세스는 상황에 따라 3단계와 4단계 게이트로 구성되어 있으며 스코어 카드 및 맞춤형 성공기준을 사용하여 평가하고 순위를 매긴다. 그리고 프로젝트 및 포트폴리오 관리를 위해 전략적 버킷 방식을 활용하고 전담 자원을 배치하도록 개발하였다.

홍성훈 외(2012)은 제품개발과 관련된 프로세스와 DFSS (Design For Six Sigma)를 연계하여 R&D 프로세스 및 로드맵을 개발하였다. DFSS를 이용한 R&D 프로세스의 여러 가지 선행연구 중에서 이 연구는 ISO26262와 연계하여 R&D 프로세스 개념을 정립하였고 시스템 수준을 고려하여 제품개발의 R&D 프로세스를 연구하였다. 그리고 하드웨어와 소프트웨어 수준에 따른 제품개발 프로세스, 그리고 생산 및 운용 프로세스로 구분하여 제안하였다.

또한 R&D 프로세스를 구축하고 이를 평가하는 다양한 방법이 연구되었으며 그 중 CMMI(Capability Implicit Model Integration) 개념을 활용하기도 하였다. Paulk et al.(1993)은 소프트웨어 개발 및 유지 보수 기능을 향상시키고 핵심 R&D 프로세스 영역에 권장 사례를 제시하기 위해 개발된 CMM (capability maturity model)를 조사하였다. CMM은 R&D 프로세스 성숙도를 결정하고 소프트웨어 품질과 프로세스를 개선하는 데 가장 중요한 문제를 파악하여 R&D 프로세스 개선 전략을 선택하는 데 도움을 주기 위해 고안되었다.

Haug and Han(2006)은 CMMI를 활용하여 소프트웨어나 제품, 서비스의 개발과 평가, 그리고 유지보수를 위한 조직의 공정 능력을 향상시키는 가이드를 제공하고, R&D 프로세스를 개선하여 비즈니스 목표를 잘 충족시키고 조직이나 프로젝트의 위험을 완화시키는 데 적합한 경로를 제안하였다. 또한 CMMI 모델은 결정을 내리는 방법에 대한

지침을 제공하지 않는 부분에 대해 프로세스 영역의 우선 순위를 결정하고 지원하는 의사결정지원 모델을 제시하였다.

윤병운 외(2011)는 기존 가치사슬 모형의 주요기능과 지원기능의 개념을 적용하여 표준 R&D 프로세스 모델을 새롭게 구성하고 관련된 프로세스를 대상으로 평가하는 방법론을 제안하였다. 그리고 각 프로세스에 포함되어 있는 베스트 프랙티스 활동들에 대해 4가지 요소로 구분하고 R&D 프로세스 평가 시스템을 통해 연구개발 프로세스의 수준을 파악하였다.

이성주 외(2012)는 R&D 활동의 특징을 분석하고 이를 토대로 R&D 프로세스를 정의하여 유형별로 적합한 R&D 프로세스별 세부 활동을 도출하였다. R&D 프로세스는 3가지 유형(신제품, 서비스, 원천기술 개발)으로 구분하였고 CMMI 평가기법을 기반으로 한 유형별 맞춤형 R&D 프로세스 평가방법을 개발하여 R&D 평가체계가 적용된 시스템을 제안하였다.

소프트웨어 분야에서 시작된 Agile 개발 프로세스를 이용하고 접목하여 효율적으로 개선된 R&D 프로세스를 제안하기도 하였다. 원래 Agile 개발 프로세스는 애자일 소프트웨어 개발 선언 (Manifesto for Agile Software Development)에서 시작되어 초기에는 소프트웨어 기업에서 이용하였고 이후 스타트업 및 IT 기업 등으로 점차 확대되었다. Agile 개발 프로세스는 처음부터 완벽하게 계획한 뒤 제품을 출시하는 것보다 실행하면서 수정을 반복하는 방법으로 짧은 개발기간으로 빠르게 제품을 만들며 지속적인 결과물을 공유하고 사용자의 즉각적인 요구사항을 반영하여 요구되는 주요 기능구현을 중심으로 실행되었다.

인호 외(2012)는 Agile 개발 프로세스에 대해 제품의 품질을 높이며 동시에 시간의 낭비를 줄이는 방법으로 동시 테스트를 이용한 스크럼 기반 개발 프로세스를 제안하였다. R&D 개발 프로세스 중심의 스크럼 조직 내에 테스트엔지니어의 역할을 정의하고, 테스트 설계, 테스트 코드 개발, 테스트 수행 및 스크럼 팀 간의 통합 관점에서 커뮤니케이션 및 이슈 관리를 수행하도록 제안하였다.

김태달(2015)은 Agile 방법론을 이용하여 제품 기반의 Cross functional team의 문제점을 해결하고자 제안된 방법론인 Feature Team 모델을 조사하고, 기능단위로 여러 단계별 R&D 프로세스를 걸쳐서 개발을 진행하는 모델을 검토하였으며, Agile 기법이 R&D 프로세스 단계별 유연성을 기반으로 객관적인 평가를 받는 방법에 대해 연구하였다.

최근에는 Stage-Gate 프로세스와 Agile 개발 프로세스 방법론의 장점을 이용하여 통합한 Agile-Stage-Gate 하이브리드 프로세스 모델로 발전하였다. Cooper(2016)는 IT 제품 개발 방법 중에서 Agile 요소를 기존의 Stage-Gate 프로세스에 통합하여 물리적 제품을 개발하는 R&D 프로세스를 연구하였다. 이것은 Agile과 Stage-Gate 방식이 서로 보완되는 IT 업계에서 처음 시작되었으며 제조 회사를 포함하여 다양한 기업으로 조금씩 전파되었다. 이러한 Agile - Stage -Gate 하이브리드 프로세스 모델은 제품 개발과 출시가 이전보다 빠르며 변화하는 고객 요구 사항을 단계별로 대응하였고 팀 의사소통 및 효율이 향상되어 이를 체계화하여 개발한 R&D 프로세스를 제안하였다. 이에 대한 상세한 방법과 과정은 Fig. 2에 나타나 있다.

Conforto and Amaral (2016)은 Stage-Gate 모델에 Agile을 결합한 하이브리드 R&D 프로세스와 관리 프레임워크에 대해 분석하였다. 이러한 하이브리드 R&D 프로세스 모델은 프로젝트 및 제품 개발 성과에 긍정적인 영향을 나타내었고 전체 프로젝트의 균형을 맞추기 위해 효율적인 방법을 결합하면 첨단 기술 기반 기업의 혁신 프로젝트를 관리하기 위한 적절한 솔루션이라고 제안하였다. 그리고 주요 고려사항으로 조직적 요소의 적절한 진단, 실무 이행, 비주얼 보드와 같은 프로젝트 도구, 그리고 Stage-Gate에서 사용되는 정보 시스템과의 조화 등을 강조하였다.

앞에서 살펴본 것처럼 지금까지 R&D 프로세스 관련된 여러 선행연구들이 진행되었다. R&D 프로세스에 대한 선행연구들은 주로 성공적인 R&D 활동을 진행한 프로세스를 제안하거나 성공적인 R&D 활동에 한 사례연구를 통해 R&D 활동에서 핵심활동들을 세분화하고 평가 방법에 대해 연구하였다. 또한 신제품 개발에 있어 조직차원의 레

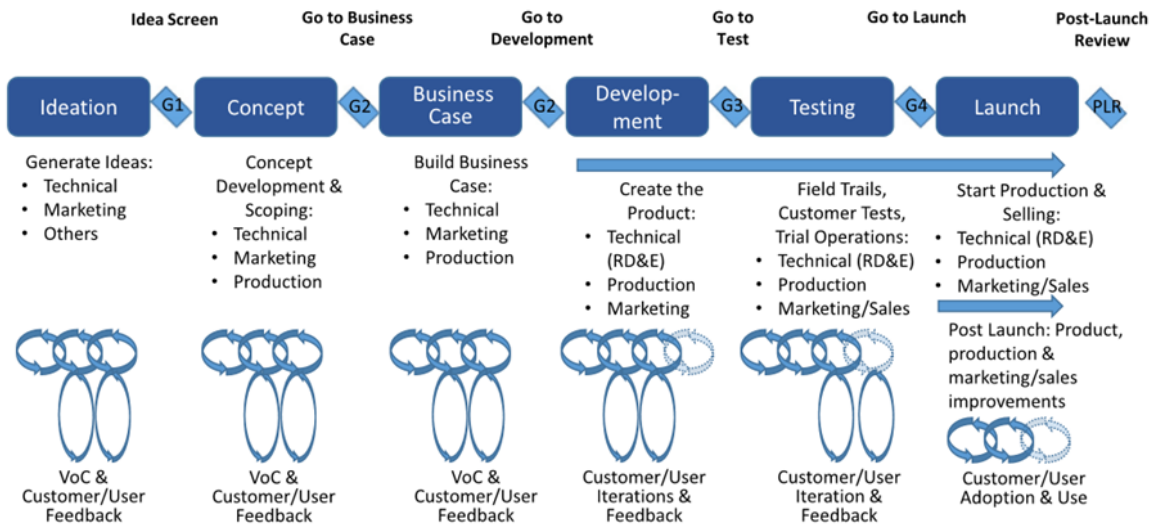


Figure 2. Agile-Stage-Gate Hybrid Model (Cooper, 2016)

벨과 프로젝트 레벨을 구분하여 신제품 개발활동의 베스트 프랙티스(Best Practice)를 이용하고 있으며, 이는 기업의 목표에 부합하는 명확한 신제품 전략 설정, 신인 조직문화, 다기능 협력 팀의 구성, 적합한 자원의 할당 등의 주요 활동 요소에 각각 세부항목을 포함하기도 한다.

이러한 선행연구들을 바탕으로 기업의 R&D 프로세스를 개발하고 개선하고자 하는 연구는 크게 주목받고 있으나, 패러다임이 크게 변화하는(Paradigm shift) 4차산업혁명 시대에 적합한 R&D 프로세스에 대한 연구는 아직 미비한 실정이다.

3. 연구 모형

3.1 4차산업혁명 시대의 특징

글로벌 시대의 4차산업혁명은 초연결 사회 및 초지능 기술로 연결된 다중 프레임이 결합되어 복잡적이고 융합된 산업 구조를 형성하고 여러 가지 복잡한 문제해결을 위하여 도전이 가능한 경제적, 사회적 환경을 조성하고 있다. 이는 단순한 변화가 아닌 사회, 경제 및 다양한 산업분야 전반에 큰 패러다임의 변화를 가져오고 있으며 이에 대해 정확히 이해하고 준비하여 활용할 수 있어야 한다.

4차산업혁명 시대에 주목받고 있는 산업 분야로는 착용형 스마트 디바이스 (Wearable Device), 스마트 자동차 (Smart Car), 스마트 도시(Smart City), 융복합 소재, 빅데이터(Big Data), 지능형 사물인터넷, 지능형 로봇, 3D 프린팅 등으로 기존에 주목 받아왔던 기술이나 산업 분야와 비교하여 변화의 범위나 영향력에서 큰 차이를 보여주고 있다. 특히 인공지능 (Artificial Intelligence), 사물인터넷(Internet of Things), CPS(Cyber Physical System) 및 3D 프린팅 등을 활용하여 복합적으로 빠르게 변화하는 시장과 다양하고 풍부한 고객의 요구사항을 적용하기엔 기존의 R&D 프로세스로 한계가 크고 적절한 대응이 어려워 이에 접합한 큰 변화와 개발이 필요하다.

이러한 배경에는 제품 중심에서 고객 중심으로, 궁극적으로는 인간 중심으로 전환되어 가는 시장 변화의 트렌드가 있으며 기업중심으로 진행되어오던 구조가 개인이나 고객 중심으로 변화되고 있는 것이다. 일반적인 제품보다는 소비자 각각의 개성과 효용을 반영할 수 있는 고객맞춤형 기반의 제품과 서비스를 주문하고 생산하는 사회로 변화되고 있음을 알 수 있다. 즉, 커뮤니티를 중심으로 광범위한 네트워크가 강화되어 디지털 시대의 소비자에 적합한 제품과 서비스로 진화하고 있다.

이러한 4차산업혁명 시대의 특징을 정리해 보면, 개인별 맞춤형 서비스, 제품과 서비스의 융합, 유동성을 바탕으로 한 초연결성, 사전 빅데이터 분석 등을 기반으로 한 정확한 예측 가능성, 제품의 소유보다는 사용 개념으로 전환되는 복합서비스, 디지털화를 기반으로 한 초지능성 등으로 정리될 수 있다.

Table 1. The Characteristics and Technology in the 4th Industrial Revolution

Characteristics	Technology
Personalized service	Big Data
Product - Service convergence	CPS (Cyber Physical System)
Connectivity	Smart Factory
Preventive Quality	AI (Artificial Intelligence)
Compound service (Owned → Use)	IoT / IoE
Digitization	3D printing

4차산업혁명 시대를 맞이하여 시장과 환경을 비롯한 산업전반에 지금까지 경험해 보지 못했던 지능형 융합의 시대가 도래하고 있다. 4차산업혁명 시대에는 기존 기업 위주의 개발, 제조, 생산 기반이 소비자 중심의 사용자 편익과 경험을 기반으로 하고 소비자의 니즈를 단순히 기술적인 기능 위주가 아닌 감성적인 기능과 서비스를 포함해야 한다. 4차산업혁명 시대에 맞는 특징과 내용을 기반으로 R&D 프로세스의 개념과 범위에 대해 재해석되어야 하고 프로세스별 구조나 방법을 4차산업혁명 시대에 적합하게 재정의하는 연구가 필요하다. 그러므로 본 연구에서는 4차산업혁명 시대의 특징을 반영한 새로운 시대의 R&D 프로세스를 연구하여 제안하고자 한다.

3.2 4차산업혁명 시대의 R&D 프로세스 연구모형

기존 R&D 관련 프로세스에서는 다양한 방법을 이용하였으며 Stage-Gate 프로세스, DFSS 프로세스, 일반적인 제품개발론 등을 많이 활용하였고, 이 중에서 주로 Stage-Gate를 이용한 사례가 많이 있었다. Stage-Gate 프로세스의 장점은 복잡한 R&D 관련 프로세스를 정리하여 단계별로 구분하고 이를 체계화하였고, 전체적인 R&D 프로세스의 그림을 제공하여 신제품의 성공 가능성을 증대하였다. 그러나 기본적으로 순차적인 폭포수 모델(Waterfall) 형태에서 복합적이고 병행적인 형태의 프로세스 적용에는 한계점이 있었다. 그러므로 4차산업혁명 시대에 적절하게 적용할 수 있는 빠른 시장 변화에 따른 반응성, 다양한 고객의 니즈 변화에 따른 유연성, 이를 효율적으로 대응할 수 있는 병행적인 시스템의 접목이 필요하다.

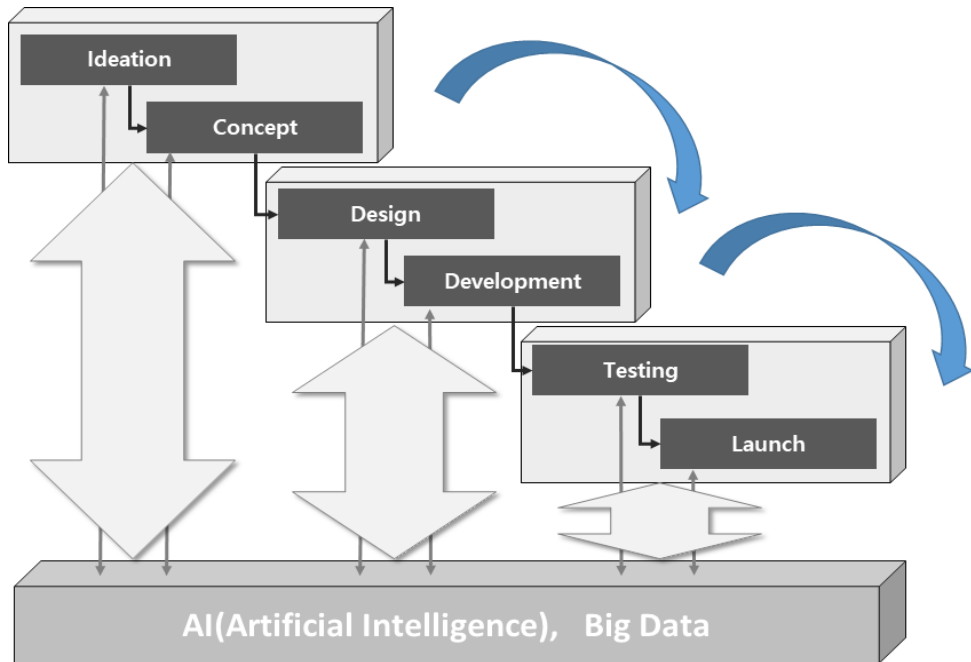


Figure 3. New R&D Process Model in the Age of the 4th Industrial Revolution

기존 R&D 프로세스는 기업 중심으로 기술 위주나 시장성을 바탕으로 한 오프라인 구조로 형성되어 주로 운영되었다. 그러나 4차산업혁명 시대에는 이러한 R&D 프로세스가 새로운 융복합 기술성과 복잡한 시장성을 기반으로 한 고객맞춤형 서비스로 빠르게 전환될 것이다. 이러한 부분은 고객의 니즈에 대한 다양한 사전 조사를 바탕으로 그들이 원하는 제품이나 서비스를 예측하는 수준을 높일 것이며 궁극적으로는 고객이 주문이나 개발에 적극 참여하게 될 것이다.

기존 R&D 프로세스가 순차적이고 단계별로 주로 구성되었다면 4차산업혁명 시대에는 빠른 시장의 변화와 다양한 고객의 요구에 신속하게 대응하기 위하여 병렬구조의 R&D 프로세스로 재편되고 있다. 즉, 기존에는 R&D 프로세스를 아이디어 창출(Ideation), 제품 기획(Concept), 제품 설계(Design), 제품 개발(Development), 시험과 검증(Testing), 양산과 출시(Launch)로 나누고 이를 순차적이고 단계별로 진행하였다. 그러나 4차산업혁명 시대에는 다양한 고객의 니즈와 빠른 시장의 변화에 즉시 대응하기 위해 각 R&D 프로세스의 단계는 병렬적으로 진행되고 중첩되어 진행된다. 즉, 아이디어 창출과 제품 기획 단계가 순차적으로 진행되지만 병렬적으로 함께 진행되는 부분이 나타나며 이를 위해 관련 부서들 간의 협력이 빠르게 이루어진다. 이는 제품 설계, 제품 개발, 시험과 검증, 양산과 출시 단계에서도 같은 현상을 보이며 전체적인 R&D 프로세스의 일정이 단축된다. 여기서 핵심은 단순히 R&D 프로세스의 전체 일정이 줄어드는 것 보다는 빠르고 복합적으로 변해가는 시장과 다양한 고객에 신속하게 대응하기 위해 R&D 프로세스가 병렬구조로 유연하고 즉각적으로 대응할 수 있다는 것이다.

그리고 시장과 고객의 변화를 데이터로 빠르게 분석하고 반영하기 위해 각 단계별로 빅데이터와 인공지능 등을 활용한 시스템과 실시간으로 연결된다. 기존의 R&D 프로세스에서는 초기에 결정된 콘셉트를 바탕으로 프로세스를 진행하여 중간에 시장의 변화나 고객의 요구사항을 파악하기도 어렵지만 이를 반영하기가 쉽지 않아 완성된 제품에 대한 만족도가 낮은 경우가 많았고 이를 극복하기 위해 다음 제품을 새롭게 개발하여야 하였다. 그러나 새로운 4차 산업혁명 시대의 R&D 프로세스는 빅데이터와 인공지능 등을 활용한 실시간 시스템과의 커뮤니케이션을 기반으로

이러한 변화에 신속하게 대응하고 유연성이 높아지게 된다. 이는 실시간 데이터를 가상시뮬레이션으로 미리 검증하여 확인해 볼 수 있어서 예측 가능성과 정확성도 높아지게 된다.

이러한 변화는 점점 더 빠르게 진행될 것이고 이에 따라 일부 R&D 프로세스 단계가 합쳐진 모듈화로 형태를 발전할 것이다. 예를 들면, 아이디어 창출(Ideation)과 제품 기획(Concept) 단계가 합쳐져 하나의 모듈화가 이루어지고 제품 기획(Concept)과 제품 설계(Design)가 하나의 모듈화로, 시험과 검증(Testing) 및 양산과 출시(Launch)가 하나의 모듈화가 되어 6개의 단계가 3개의 단계로 변화되고 이들 또한 병렬구조를 가지고 유기적으로 변해갈 것이다. Fig. 3에서 볼 수 있는 것처럼 물론 이러한 구조는 더 나아가 기획 및 개발 단계와 시험 및 양산 단계로 크게 2개 단계로 구분되어 유연하게 진화할 것이다.

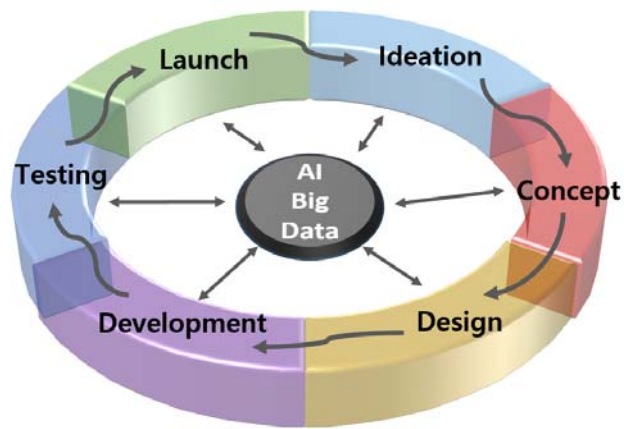


Figure 4. Future R&D Process Model

이러한 4차산업혁명 시대의 R&D 프로세스의 구조는 향후 미래에 순환적 구조(Loop) 형태로 변화하여 실시간으로 유연하게 대응하는 시스템으로 발전될 것으로 예상된다. Fig. 4에서처럼 각 단계는 제품이나 서비스의 형태나 내용에 따라 그 길이(일정)가 유연하게 변화될 수 있고 가상 시뮬레이션 등을 활용하여 한번 또는 여러 번 순환적 단계를 진행할 수도 있다. 4차산업혁명 시대의 AI, Big Data 등 지능형 시스템과 실시간 커뮤니케이션을 통해 시장이나 고객의 변화와 요구를 즉시 분석하여 즉시 대응할 수 있다. 또한 각 단계는 제품이나 서비스의 형태나 내용에 따라 일부 생략되거나 합쳐진 모듈화의 형태로 진행될 수 있다.

4. 결 론

기업은 R&D 프로세스를 기반으로 제품과 서비스를 개발하고 생산하여 제공하고 있으며 소비자의 만족도를 높이기 위한 많은 활동을 진행해 왔다. 그러나 4차산업혁명 시대를 맞이하여 기업과 소비자는 융합과 혁신이라는 기존에 경험해 보지 못한 급격한 변화를 맞이하게 되었으며 이에 적절하게 활용할 수 있는 R&D 프로세스의 개발과 적용 방법이 필요하게 되었다.

4차산업혁명 시대의 특징을 반영한 R&D 프로세스의 개발로 기업은 고객 맞춤형 제품과 서비스를 제공할 수 있고 이에 대한 효율과 만족도를 높일 수 있다. 또한 새로운 시대에 맞는 R&D 프로세스를 개발하고 구축하여 소비자의 편익과 효용을 반영한 프로세스를 운영할 수 있다. 이러한 연구는 기업에게 4차산업혁명 시대에 적합한 R&D 프로세스 개발에 대한 제안을 통해 새로운 전략과 방안을 제시하고 다양하고 획기적인 기회를 제공할 것이다.

본 연구는 기존 R&D 프로세스에 대한 연구를 고찰하여 Stage-Gate 프로세스, DFSS(Design for Six Sigma)을 활용한 프로세스, 일반 제품개발론 등에 대한 특징과 Stage-Gate 중심의 R&D 프로세스의 발전 모습에 대해 고찰해 보았다. 또한 4차산업혁명 시대의 특징을 분석하고 이에 적합한 새로운 R&D 프로세스에 대해 제안하려고 노력하였으나 다음의 한계점을 가지고 있다. 우선 4차산업혁명 시대의 R&D 프로세스에 대한 단계별 구체화와 단계별 상세 요소인 베스트 프랙티스(Best Practice)에 대한 정의 및 내용에 대한 연구가 필요하다. 그리고 새로운 R&D 프로세스를 기업에서 직접 활용해 볼 수 있도록 구체적인 구성과 관련 내용에 대한 상세 연구가 필요하며 이를 적용한 사례 연구도 병행되어야 할 것이다.

그리고 이러한 한계를 극복하고 향후 추가적인 연구로 새로운 R&D 프로세스에 대한 평가 방법 제안이 필요하다. 4차산업혁명 시대의 R&D 프로세스 개발과 함께 이를 공정하고 유연하게 평가할 수 있는 지표, 평가 모델 및 방법을 연구하여 4차산업혁명 시대에 적합한 R&D 프로세스가 올바르게 진행되고 운영되는 지 판단하고 피드백을 줄 수 있는 연구가 필요하다.

REFERENCES

- Conforto E. C., and Amaral D. C. 2016. "Agile project management and stage-gate model – A hybrid framework for technology-based companies." 40:1-14.
- Cooper, R. G. 1990. "Stage-Gate Systems: A New Tool for Managing New Products." *Business Horizons* 33(3): 44-54.
- Cooper, R. G. 1994. "Perspective Third-Generation New Product Processes." *Journal of Product Innovation Management* 11(11):3-14.
- Cooper, R. G., and Edgett, S. J. 2006. "Stage-Gate and the Critical Success Factors for New Product Development." *BPTrends* 7:1-6.
- Cooper, R. G. 2007. "Managing Technology Development Projects." *IEEE Engineering Management Review* 35(1):67-76.
- Cooper, R. G. 2016. "Agile-Stage-Gate Hybrids The Next Stage for Product Development." *Research-Technology Management* 21-29.
- Edgett, S. J., Cooper, R. G., Kleinschmidt, E. J. 2002. "Optimizing the Stage-Gate Process-What Best Practice Companies Are Doing-Part I." *Research Technology Management* 45(5):21-27.
- Guglielmi M., Lascar S., Mastrocola V., Williams E. 2006. "Evaluating R&D with First bounce-Last bounce framework." *Research Technology Management* 49(1):44-50.
- Haug, S. J., and Han, W. M. 2006. "Selection priority of process areas based on CMMI continuous representation." *Information & Management* 43(3):297-307.
- Hong, Seong Hun et al. 2012. "Development of a DFSS Road-map Associated with the ISO 26262 Product Development Process." *IE interfaces* 25(4):393-404.
- In, Hoh et al. 2012. "A Scrum Development Process of an Agile Methodology using Concurrent Testing." *Journal of Information Science* 39(2):84-90.
- Kim, Tai Dal. 2015. "Measurement of S/W Development Processes and Maturity using Agile Methodologies." *The Journal of the Institute of Internet, Broadcasting and Communication* 15(6):147-154.
- Lee, Sung Joo et al. 2012. "A customized framework for assessing R&D process: Product, service and technology." *Journal of Technology Innovation* 20(2):109-134.
- Paulk M. C. et al. 1993. "Capability Maturity Model for Software Version 1.1." *IEEE Software* 10(4):18-27.
- Yasin, M. M. 2002. "The Theory and Practice of Benchmarking: Then and Now, Benchmarking." *An International Journal* 9(3):217-243.
- Yoon, Byung Un et al. 2011. "Development of a Framework and System for R&D Process Assessment: A Case Study of IT Industry." *Entrue Journal of Information Technology* 10(2):59-70.

