



A Study on The Practical Use of Generative Design in the Product Design Process

Hanbeom Na¹, Wonsup Kim^{2*}

¹Department of IT·Design Fusion Program, Student, Seoul National University of Science and Technology, Seoul, Korea

²Department of Design, Professor, Seoul National University of Science and Technology, Seoul, Korea

Abstract

Background Generative design, which presents various design options by using artificial intelligence (AI) software and the compute power of the cloud, is expected to be a new alternative method of a convergent process that can improve the design competitiveness of businesses and products in the product development stage. However, as an adjunct to CAD software, generative design is only being used as a means of obtaining a simple result and at certain points. Therefore, scientific measures to succeed as a convergent process, which can produce and use various outputs, are required.

Methods This study used documentary research and case study methods and carried out in-depth interviews with experts in order to figure out how to make good use of generative design in the product design development process. First, implications of the use of generative design were deduced by considering theories about product design and generative design and by researching actual product development cases, which used generative design and followed general product design process. Second, in-depth interviews with product design experts were conducted. Those interviews dealt with subjects, which are: ways and possibilities of using generative design in the product design process. How generative design can be used in each stage of the product design process was then studied by using comparative analysis.

Results According to the findings, it seems that generative design is more than just an umbrella encompassing topology and shape optimization and can inspire designers to study models creatively by being used deliberately in every stage of the product design process. Generative design can be used not only to create the structure and shape, which match variables and options as usual, but also to create various models by setting variables and options as designers intend. Furthermore, such models can be applied to design.

Conclusions With the establishment of the product design process using generative design, it can be expected that designers will be able to use outputs created using generative design to improve the structure of the product and to ideate and search for creative models depending on their circumstances and goals. Also, the product design processes using generative design are expected to be used as new convergent/composite processes.

Keywords Product Design, Industrial Design, Generative Design, Design Process, Convergence Process

*Corresponding author: Wonsup Kim (wskim@seoultech.ac.kr)

Citation: Na, H., & Kim, W. (2021). A Study on The Practical Use of Generative Design in the Product Design Process. *Archives of Design Research*, 34(1), 85-99.

<http://dx.doi.org/10.15187/adr.2021.02.34.1.85>

Received : Oct. 12. 2020 ; **Reviewed :** Feb. 04. 2021 ; **Accepted :** Feb. 04. 2021

pISSN 1226-8046 **eISSN** 2288-2987

Copyright : 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 educational and non-commercial use, provided the original work is properly cited.

1. 연구의 배경 및 목적

1. 1. 연구 배경 및 목적

제너레이티브 디자인(Generative Design)은 위상·최적화 및 제조 옵션 등의 솔루션에 대해 클라우드 컴퓨터와 A.I.(Artificial Intelligence)를 통해 다양한 디자인 옵션을 제안하는 것으로 디자인 개발 이후에 발생하는 설계와 해석 단계에서 소모되는 시간, 비용을 줄일 수 있으며, 기존의 파라메트릭 디자인이 제공하는 조형과 구조적인 영역 뿐 아니라 개발자들의 상상력과 독창성을 지원할 수 있는 융합프로세스의 새로운 대안으로 떠오르고 있다. 현재 제너레이티브 디자인은 제품 디자인 개발이나 제품 설계 단계에서 활용 사례가 다양해지고 있음에도 불구하고 CAD 소프트웨어의 기능요소로서 특정 시점에서 단순히 결과물을 도출하기 위한 용도로 활용되는 경우가 많다. 본 연구에서는 제품 디자인 프로세스의 각 단계별로 제너레이티브 디자인을 체계적으로 활용할 수 있는 방안에 대해 연구를 진행하고자 한다.

1. 2. 연구 범위 및 방법

제품 디자인 프로세스에서 제너레이티브 디자인의 활용 방안 모색을 위해 본 연구에서는 다음과 같은 방법으로 연구를 진행하였다.

첫째, 제품 디자인 개발 프로세스를 보다 명확하게 이해하고 분석하기 위해 이론적 고찰을 실시하였다. 문헌 고찰을 통해 일반적으로 활용하고 있는 제품 디자인 개발 프로세스의 보편적 기준을 설정하고 선행 연구를 통해 제품 디자인 프로세스 내에서 파라메트릭 디자인 및 동시공학 디자인의 특성과 역할을 검토해 보았다.

둘째, 제너레이티브 디자인의 개념과 이를 활용한 제품 개발 사례를 통해 제너레이티브 디자인의 특성에 대해 알아보았다.

셋째, 제품 디자인 전문가를 중심으로 심층 인터뷰를 진행하여 제품 디자인 프로세스에서 제너레이티브 디자인의 활용 가능성과 방안에 대해 시사점을 도출하였다.

넷째, 제너레이티브 디자인의 특성과 전문가 심층 인터뷰를 통해 도출된 이슈를 종합하여 기존의 제품 디자인 프로세스와의 비교·분석을 통해 프로세스의 각 단계별로 제너레이티브 디자인을 체계적으로 활용할 수 있는 방안에 대해 정리해보았다. 이를 통해 제너레이티브 디자인이 적용된 제품 디자인 프로세스가 가지는 차별성 및 이를 체계적으로 활용할 수 있는 방안에 대해 제안하였다.

2. 이론적 고찰

2. 1. 제품 디자인과 프로세스의 이해

일반적으로 산업디자인에서의 제품 디자인은 대량 생산 제품에 대해 인간의 가치 추구를 위해 실용성과 미적인 요소를 결합하는 심미적인 활동이다.

디자인은 일반적으로 제품 개발 프로세스에 관여하여 제품의 물리적인 형태나 기능, 제조 가능성 등에 초점을 맞추게 되며, 디자인을 통해 만들어진 결과물은 최종적으로 사용자에게 전달된다. 산업의 발전과 함께 디자인 분야의 확장으로 디자인의 인지도는 더욱 향상되고 있으며, 융·복합 연구 및 관련 산업 활성화 정책에서 주요 부가가치의 요소로 주목받으면서 공학 분야와 연계를 통한 역할 또한 부각되어(Kim, 2018) 제품 개발의 전체적인 프로세스상에서 혁신적 개념의 가치 창출을 위한 활동으로 그 영역이 더욱 확대되고 있다.

제품 개발을 위한 디자인 프로세스는 제품 기획, 디자인, 기구 설계, 금형, 생산, 마케팅 등 제품 개발 전 과정에서 발생하는 디자인 문제를 해결하는 전반적인 과정이라고 할 수 있다(Yoon, 2015). 과거에는 디자인 개발 행위 자체에 목적을 두었다면, 현재는 프로젝트 첫 회의(Initial Meeting)부터 디자인 개발 이후 특허 출원 및 등록 관리까지 실무적 관리 관점에서 제품 개발 과정 전체에 대해 파악하고, 또 주도적으로 참여할 수 있는 프로세스로 확장되고 있다(Ryu, 2003). 제품 디자인 프로세스는 개발하고자 하는 제품이나 디자인 에이전시, 제

조기업 등의 기업 특성에 따라 다르기 때문에 매뉴얼로 제작하여 사용되기보다는 기본적인 프로세스를 바탕으로 제품의 특성과 기업의 상황에 맞게 유연하게 사용되고 있으며(Kwon, 2008), 사회와의 상호 관계적 관점에서 디자인 프로세스와 패러다임도 시대의 사회상에 맞춰 진화하고 있다(Song, Yu, 2015). 이렇게 제품 디자인 프로세스는 기획-조사·분석-아이디어 구상-아이디어 전개-양산(사후)관리의 전체적인 제품 개발 범위 안에서 확대·축소되거나 개발 제품, 기업, 디자인 목적, 사회/환경 등에 따라 다양한 형태로 변형되어 왔다. 본 연구에서는 제품 디자인 프로세스의 제너레이티브 디자인 활용 방안과 특성을 기존의 제품 디자인 프로세스와의 비교·분석을 통해 연구를 진행하기로 하고 일반적인 기업의 제품 디자인 개발 프로세스를 기준 모형(Kwon, 2008)으로 선정하여, 단계별 디자이너의 역할(Oh, Lee, Chang, 2018)과 함께 [Figure 1]과 같이 재구성하였다.

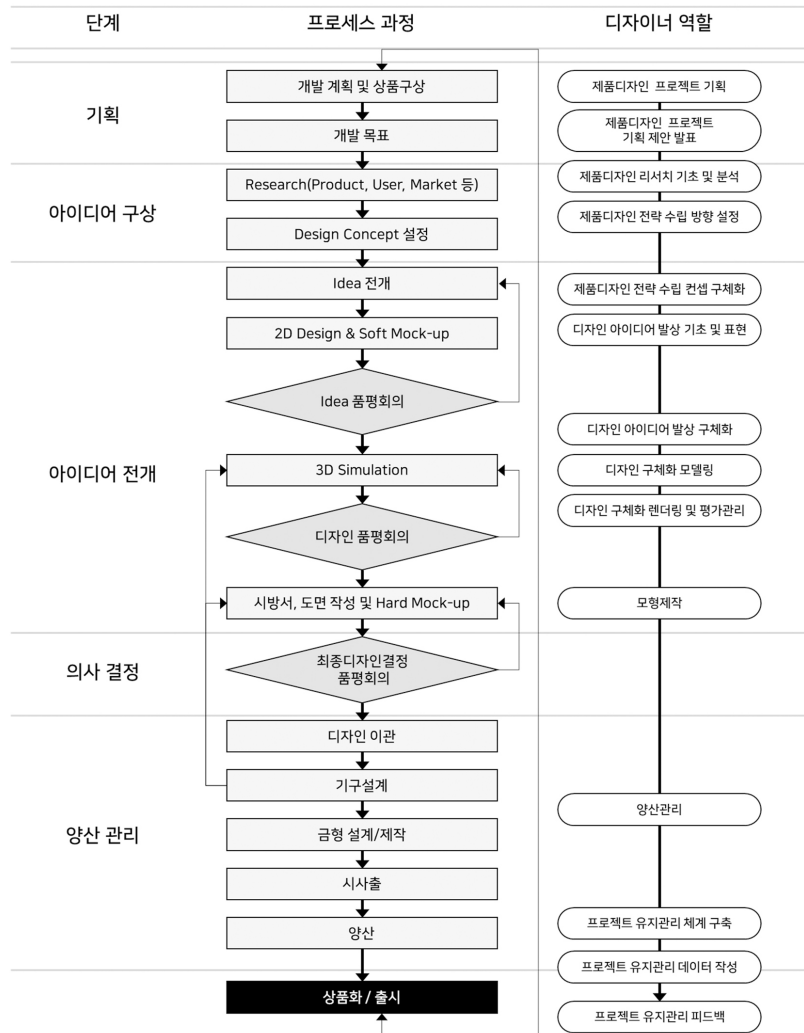


Figure 1 General Product Design Process & Designer Role

2. 2. 제너레이티브 디자인의 개념과 사례

제너레이티브 디자인은 컴퓨터 프로그램을 사용하여 디자인 목적을 수행하는 컴퓨터이셔널 디자인(Computational Design)의 한 영역으로 디자이너가 제품 개발의 목표 달성을 위해 필요한 조건과 한계를 소프트웨어에 입력하여 알고리즘을 통해 조건에 맞는 다양한 디자인 형상을 만들어 내는 것을 말한다.

제품 개발 단계에서 재료, 크기, 중량, 강도, 제조 방법 및 비용 등의 설계 파라미터를 제너레이티브 디자인 소프트웨어에 입력하고 소프트웨어에서는 가능한 모든 조합을 탐색하여 다양한 설계 옵션의 솔루션을 생성하고 디자이너 또는 설계자 자신의 요구를 가장 잘 충족시킬 수 있는 결과물을 필터링하여 선택할 수 있다(Ravi, 2018).

제너레이티브 디자인은 현재의 위상·최적화(Topology Optimization) 시스템보다 방대한 디자인 공간에서 알고리즘에 의해 결과를 도출한다는 점에서 차이를 보여주고 있으며, 디자이너에 의해 초기 형상(Starting Shape)을 사용하면 디자이너의 기획이나 콘셉트에 따라 좀 더 복잡하거나 특별한 디자인을 생성할 수도 있다.

기존의 디자인 및 최적화 툴과 제너레이티브 디자인의 특징에 대한 비교는 Table 1과 같다(Jung, Lee, Noh, Lee., 2020).

Table 1 Traditional Design and Generative Design

Traditional Design & Optimization Tool	Generative Design
- 기능 및 제조 요구사항은 제품 개발 프로세스 이후에 제공되며, CAD 모델이 변경되는 경우가 많음	- 기능 및 제조 요구사항과 목표를 초기에 지정하여 설계 문제를 정의할 수 있음
- 하나의 디자인 또는 제한된 디자인 대안을 생성	- 요구사항을 충족하는 광범위한 디자인 대안(결과)을 생성 - 디자인 결과를 확인하고 처음의 요구사항과 목표의 수정 및 비교를 위해 새로운 디자인 대안을 생성
- 디자인에 대한 영감은 제공하지만, 직접 제조 불가능	- 제조 옵션을 함께 설정함으로써 모든 결과물은 제조가 가능
- 고유한 디자인의 목표와 구속조건에 대해 식별	- 알고 있는 목표들을 충족시키는 많은 옵션을 탐색
- 주로 Topology Optimization Solution을 사용	- 다양한 방법으로 디자인 문제를 해결하기 위해 여러 가지 전략을 사용 - 예상치 못한 유형의 디자인을 얻을 수 있으며, 결과물은 설계의 대안으로 활용
- 초기의 지오메트리가 필요	- 디자인을 생성하기 위해 초기 형상이 필요하지 않음

이렇게 제너레이티브 디자인은 기존의 위상·최적화의 제한된 디자인 대안의 한계를 넘어 구조 개선 뿐만 아니라 독특한 조형 특성을 기반으로 실제 개발에도 점차 적용되고 있다. 본 연구에서 조사한 개발 사례는 제너레이티브 디자인 관련 연구기관, 기업, 소프트웨어 제공 업체의 보고서, 기사 등을 참고하여 대표적인 사례 5가지를 선별하고, 제너레이티브 디자인을 이용한 결과물과 그 특징에 대해서 Table 2로 정리하였다.

Table 2 Generative Design Case

No.	브랜드/기업	개발목표	변수/옵션	결과	이미지
1	X VEIN / Team ROK Kumeda (Yasuo. 2020)	경량화, 안정성, 공기역학구조 디자인	중량, 재료, 제조방법	- Starting Shape내에서의 경량화, 안정성(강도) 확보 - 그물패턴 구조	
2	ArchiTech Futurist / Under Armour (Tara. 2016)	경량화, 안정성, 맞춤형 제작	내구성, 유연성, 밀도	- 개인의 체중과 힘의 작용점에 의한 최적화 구조 - 3D 프린팅(SLS)	
3	Model C / WHILL (Yasuo. 2019)	경량화, 안정성	응력, 하중, 중량	- 프레임의 무게가 30% 감소	
4	AI Chair/ Kartell (Jordahn. 2019)	경량화, 안정성	응력, 하중, 중량, 재료, 제조방법, 비용 제약	- 유니크한 조형 - 대량 생산이 가능한 형상(사출)	
5	Type 20 / Volkswagen (Moore. 2019)	경량화, 안정성, 공기역학구조, 회전 저항	응력, 하중, 중량, 재료, 제조방법	- 타이어 휠의 무게 18% 감소 - 설계에서 제조까지 1년 반에서 3~4개월로 단축 - 사이드미러 지지대의 공기 저항 감소	

위와 같이 활용 사례를 살펴보면 대부분의 사례에서 제품의 경량화와 동시에 안정성에 목적을 두고 제너레이티브 디자인을 활용한 것을 볼 수 있었다. 제너레이티브 디자인을 활용함으로써 제조기간 단축 및 제품의 무게 감소와 함께 제품의 연료 절감 및 이동, 사용성이 높아졌으며 사용자의 개인 체형에 맞는 최적화 구조 개선과 제너레이티브 디자인의 구조를 디자인 패턴으로도 활용할 수 있다는 것을 알 수 있다.

또한 제너레이티브 디자인의 특성상 비정형구조의 독특한 형상의 결과물이 도출되는데 이를 구조 개선 뿐 만 아니라 조형의 목적으로 사용하기 위해서 디자이너가 제너레이티브 디자인의 결과물을 상품성을 가진 조형으로 다듬어 정리한 것을 볼 수 있다.

2. 3. 컴퓨터를 활용한 제품 디자인 프로세스 선행 연구

클라우드 컴퓨터와 인공지능을 기반으로 한 알고리즘을 통해 개발 목표에 부합하는 결과물을 도출하는 제너레이티브 특성을 반영한 제품 디자인 프로세스를 연구하기 위해서 컴퓨터 기술 및 3D CAD 소프트웨어를 이용한 제품 디자인 프로세스 관련 선행 연구를 조사하였으며, 이를 통해 제너레이티브 디자인을 제품 디자인 프로세스에 적용하기 위한 시사점을 도출하여 Table 3으로 정리하였다.

Table 3 Computational Design & Product Design Process Preceding Study

연구자	프로세스 적용 이슈	내용(디자인프로세스 및 디자이너 역할/역량)
김관명, 임창영 (Kim, Lim, 1996)	동시공학	- 체계화된 컴퓨터 시스템을 통한 디자인 정보 및 제조 정보의 전달 - 디자이너의 역할은 외형 디자인부터 제품 개발사항 결정, 생산성 고려, 후공정 및 전달, 디자인 통제까지 광범위함
안신욱 (Ahn, 2010)	매개변수	- 디지털화된 데이터들의 다양한 활용을 통해 디자인 과정에서 적용할 수 있으며, 디지털 프로세스를 통해 혁신적인 조형성을 보여줄 수 있음
안승식, 조성환 (Ahn, Jo, 2014)	파라메트릭	- 파라메트릭 도구가 디자인 데이터의 유연성과 디자인 결과의 다양성, 디자인 수정의 효율성, 디자인의 실험적 가능성, 디자인 자원의 재사용, 디자인 프로젝트의 유지보수, 디자인 프로그래밍, 디자인적 기능성의 제고 측면에 효율성
윤재우 (Yoon, 2015)	동시공학	- 제품 기획 단계에서의 사전 점검의 필요성과 디자인, 설계 등 부서간의 정보공유와 동일한 소프트웨어 사용의 요구 - 동시공학과 융합기술을 기반으로 각 부서의 협조와 협의가 필수적이며, 이를 위해서는 통합 틀을 통한 제품 개발이 되어야 개발일정의 단축과 정확성에 따른 기업의 이윤추구의 목적을 달성 - 3D Tool을 이용한 제품 디자인의 새로운 모형도 제안
정원준, 김승인 (Jung, Kim, 2018)	인공지능 / 소프트웨어	- 미래 디자이너는 소프트웨어의 혁신적인 기능들로 인해 디자이너의 디자인 개발 프로세스가 이전보다 능률적이고 빨라질 수 있지만 디자이너의 역할을 대체하는데 한계가 있음 - 미래 디자이너의 역할로 사용자를 이해하고 공감할 수 있는 능력과 인공지능과의 협업 능력 그리고 창의력을 통한 가치 실현

컴퓨터를 활용한 제품 디자인 개발은 아이디어 탐색 및 조형 개발 등 디자이너의 아이디어를 좀 더 빠르고 정확하게 구현해 줄 수 있으며, 디자인 이후의 설계, 양산의 사후 관리 및 협업 등의 부서 간 커뮤니케이션을 통한 효율적인 개발과 관리를 가능하게 해주었다는 것을 볼 수 있다. 이렇게 컴퓨터 기술의 발달은 제품 개발 과정에서 효율성을 위한 도구로서 필요성을 인지하고 개발 시스템, 방법론, 디자이너의 역할 및 역량 정의 등 다양한 관점에서 연구되어 왔다.

본 연구에서는 이러한 시사점을 바탕으로 제너레이티브 디자인 적용에 따른 활용 방안을 도출하였다.

3. 전문가 심층 인터뷰

3. 1. 전문가 심층 인터뷰 개요

제품 디자인 및 개발 프로세스와 제너레이티브 디자인을 이해하고 있는 경력 10년 이상의 전문 디자이너와 엔지니어를 대상으로 심층 인터뷰를 진행하였다.

디자이너의 경우에는 일반적인 공학 지식을 겸비하고 양산 제품 개발 경험을 갖고 있는 디자이너로 선별하였으며, 디자이너와 엔지니어 모두 제너레이티브 디자인에 대해 이해를 하고 있는 상태에서 심층 인터뷰를 진행하였다. 인터뷰 진행은 2020년 3월 12일 부터 5월 8일까지 총 10차례에 걸쳐서 개별적으로 이루어졌으며, 1:1 대면 인터뷰 또는 1:1 화상인터뷰로 진행하였다.

이전까지는 설계, 제조 프로세스 개선을 위해 단발적으로 특정 지점에서만 사용되었던 제너레이티브 디자인이 제품 디자인 분야에 적용되었을 경우, 그 가능성과 활용 방안, 그리고 적용 시 디자이너의 역할에 대해서 질문하였다. 전문가 심층 인터뷰는 대상자의 동의를 얻어 녹음을 하였으며, 인터뷰 진행 후 녹음 파일을 텍스트로 정리하였다.

심층 인터뷰 조사 개요는 아래 Table 4와 같다.

Table 4 In-depth Interview Overview

조사구분	내용		
조사기간	2020년 3월 12일 ~ 2020년 5월 8일		
조사방법	1:1 대면, 비대면(Zoom) In-depth Interview		
조사내용	제너레이티브 디자인의 제품 디자인 프로세스 단계별 활용 방안, 제너레이티브 디자인의 가능성, 디자이너의 역할 등		
	대상자	경력	직종
	김○훈	12	Engineer
	정○희	14	Product Designer
	전○용	25	Product Design Manager
	이○수	28	Product Design Manager
조사대상	이○준	10	Product Designer
	성○봉	13	Product Designer
	김○현	16	Design Trend Researcher
	김○준	11	Engineer
	김○훈	10	Product Designer
	김○훈	20	Engineer
			비고
			A 소프트웨어업체
			A 디자인업체
			Z 디자인업체
			Z 디자인업체
			F 디자인업체
			D 디자인업체
			N기업 디자인연구소
			C 제조기업
			P 디자인업체
			D 디자인업체

3. 2. 전문가 심층 인터뷰 결과 분석

인터뷰 결과, 제품 디자인 개발 프로세스에서 제너레이티브 디자인을 활용할 수 있는 기회와 필요성에 대한 의견을 확인 할 수 있었으며, 그에 따른 디자이너의 역할에 대해서도 알 수 있었다.

조사 완료 후 인터뷰 내용 중 본 연구에서 진행하고자 하는 '제품 디자인 프로세스의 제너레이티브 활용'과 연관이 많거나 중요 시사점을 보여주는 항목에 대해서 아래와 Table 5와 같이 정리하였다.

Table 5 In-depth Interview Result

제너레이티브 디자인의 제품 디자인 활용 방안에 대한 심층 인터뷰 결과	
	<ul style="list-style-type: none"> - 제너레이티브 디자인은 설정한 제조 방식대로 조형을 탐색하는 것으로 단순히 새로운 형상을 만드는 것이 아니라 기존에 생각하지 못했던 형상을 탐색 가능. - 기존의 제품 개발 프로세스의 분업화로 디자인에서 설계에 이르는 과정이 한 번에 통과된 적이 없다. 디자이너들이 제조 방식에 대해 잘 모르기 때문에 제조를 고려한 설계 디자인이 잘 되지 않음. 제조 방식을 미리 설정해서 제조 방식에 맞추어 조형이 탐색되고 그 결과를 활용한 디자인이 진행된다면, 디자인 결과물이 제조방식 조건에도 맞고 가격도 뽑아낼 수 있기 때문에 가격 대비 부가가치가 높은 결과물을 얻는 데도 도움이 될 것. - 현재의 제너레이티브 디자인은 설계 분야에서 점차 활용범위가 넓어지고 있다. 하지만 설계가 진행되는 시점 외에도 디자인의 단계에서 아이디어를 탐색할 수 있는 용도로 사용된다면 새로운 조형을 찾아낼 수 있는 방법으로 활용될 수도 있을 것. - 제너레이티브 형상으로는 독창적이고, 오프제와 같은 조형적인 측면에서는 뛰어날 수도 있지만, 대량생산이나 일반적 인 기성제품으로의 상품성은 높지 않아 보임. - 제너레이티브 디자인을 활용하고 한다면, 이를 활용한 결과물이 소비자에게 얼마나 매력적일 수 있는 결과물인지 판단할 수 있어야 하며, 제너레이티브 디자인 형상을 어느 정도 예측한 뒤에 사전 디자인(기본 디자인)을 전개해나갈 수 있어야 할 것. - 형상 자체는 독창적인 형상과 설계의 솔루션도 가지고 있어서 뛰어날 수 있다. 하지만 디자인은 조형 자체로 끝나는 것이 아니기 때문에 UX/UI를 고려한 디자인 형상이 나올 수 있도록 디자이너에 의한 초기 기획과 설계영역 및 비설계 영역 등의 분류 역량이 중요해질 것. - 디자인 프로세스에서 가장 중요한 역할은 퍼실리테이터 상품분석, 아이디어 분석, 어떻게 만들고, 어떤 방식을 이용해서 만들지를 클라이언트와 의사결정자들과 함께 잘 듣고 조율할 수 있어야 한다.
디자이너	<ul style="list-style-type: none"> - 사람들의 의사들을 통합할 수 있는 역량. - 현재는 각 단계의 PM들이 의사 결정을 하는데 통합 프로세스에서의 의사 결정을 하기 전에 가능한 모든 가능성의 디자인을 탐색하고 각 디자인의 특징(제조방식, 소재, 가격 등)별로 선정, 리드타임을 줄이고 프로젝트를 진행할 수 있는 역량. - 디자이너의 역량은 디자인+공학+마케팅의 융합 역량이므로 초기단계에서부터 역할이 매우 중요함. - 제너레이티브 디자인은 창의적 영역의 한계일 것이라는 인공지능 디자인의 단점을 극복하고 구조 개선 뿐 아니라 조형이나, 특유의 캐릭터 라인 등을 응용하여 활용할 수 있을 것. - 컨셉 설정과 디자인 탐색을 통해서 저렴한 가격으로 완성도 높은 조형, 디자인으로 부가가치를 얻을 수 있을 것. - 제너레이티브 품의 디자인 제품이 유니크한 제품으로 브랜드, 제품의 가치를 높여줄 수 있을 것. - 아이디어 구상 단계에서 임의의 변수와 옵션으로 선행 디자인을 돌려볼 수 있을 것. - 제너레이티브 디자인은 인간의 창의적인 역량을 넘어서는 조형을 생산해낸다는 점에서 아이디어이션 단계에서 조형에 대해서 탐구할 수 있는 방법론 중 하나로 쓰일 수 있을 것. - 제너레이티브 디자인 소프트웨어의 활용 방법을 잘 숙지하고 있다면 꼭 필요한 변수나 옵션이 아닌 디자이너의 의도대로 변수나 옵션을 조절하여 결과물의 여러 시안이나 밀도에 따른 다양한 시안으로 조형을 찾아보는 것도 좋을 것. - 일반적인 디자인 프로세스 각 단계별로 적용을 하는 것도 좋지만 아이디어이션 단계 자체를 제너레이티브 디자인으로 조형을 연구한다는 점에서는 스케치 단계를 스킵하거나 아주 간단하게 진행하고 바로 3차원으로 디자인 및 설계 결과물을 낸다면 일정 단축에 매우 긍정적인 영향을 가져 올 것으로 보임.
	<ul style="list-style-type: none"> - 기획 단계에서부터 제너레이티브 디자인을 어디에 활용할 것인지 방향을 명확히 하고 거기에 맞는 변수와 옵션, 제조 방식 등을 정의해야 할 것. - 제품 개발에 있어서 엔지니어보다는 디자이너가 추가 되어서 위와 같은 역량으로 이끌어 가야 할 것. - 제너레이티브 디자인은 빅데이터 클라우드를 활용하여 대량의 결과물, 데이터를 생성하는 것으로 대량의 결과물을 검증할 수 있는 역량 필요.
엔지니어	<ul style="list-style-type: none"> - 디자인-엔지니어의 피드백 과정이 길어질수록 제품 개발 기간이 늘어남. 디자이너가 공학지식을 습득하여 융합한다면 큰 경쟁력을 가져갈 수 있을 것. 그만큼 디자이너의 공학 능력 함양이 큰 경쟁력. - 디자인에 들어가는 외형은 기본적으로는 진행되는데, 내부의 리브나 힘을 받는 부위, 파괴점 등을 잘 모르니 이를 활용하여 완성도 높은 디자인을 만들 수 있을 것. - 디자인 단계에서의 제너레이티브 디자인은 시가상조이며, 설계영역은 아주 전문적인 영역으로 전문 지식 없이는 디자이너가 설계 이슈를 직접적으로는 해결하기 어려움. 그렇기 때문에 디자이너는 제너레이티브 디자인의 설계 이슈 항목에 대해서 어느 정도 이해할 수 있는 역량과 엔지니어와 협업할 수 있는 커뮤니케이션이 필수.

- 엔지니어와 초기 단계에서의 협업이 진행되고 디자이너가 이를 이해하는 상태에서 제너레이티브 디자인을 활용한다면 설계 문제점을 줄일 수 있을 것.
- 제너레이티브 디자인이라는 것을 하나의 툴이라는 관점에서 보았을 때 디자이너에게는 새로운 공학지식과 툴에 대한 교육이 필요할 것.
- 때문에 앞으로 제너레이티브 디자인의 활용을 위해서는 대학 교육차원에서 위상·최적화에 대한 이해와 실무에서 진행되는 제품의 구조적인 이해 등이 필요할 것으로 보임.

기존의 디자인 단계에서 컴퓨터의 활용은 디자이너의 디자인 결과물을 프로그램으로 구현하는 것이었다면 제너레이티브 디자인은 제품 디자인 개발의 전 과정에서 디자인 목표 구현을 위해 여러 제한요소 및 디자이너의 의도를 적용 할 수 있고 이를 통해 결과물을 도출할 수 있다는 점에서 차이를 볼 수 있었다. 정리된 인터뷰 결과는 제품 디자인 개발 프로세스에서 유용하게 작용할 수 있는 내용을 친화도법으로 분류하여 제품 디자인 개발 프로세스의 기획, 아이디어 구상, 아이디어 전개, 의사 결정 및 양산의 각 단계별로 그룹핑하여 Table 6과 같이 정리하였다.

Table 6 Utilization of Generative Design in Product Design Process

제품 디자인 프로세스	제너레이티브 디자인 활용
공동	<ul style="list-style-type: none"> - 제너레이티브 디자인의 산업 분야 활용이 점차 증가 추세 - 현재는 설계분야에 집중되어 있지만 디자인 단계에서 조형탐색을 위한 도구로도 활용될 수 있는 가능성 - 프로세스상에서 체계적인 활용은 디자이너의 창의적 디자인 개발 및 설계에 대한 이슈도 해결해 줄 수 있을 것 - 디자이너는 소재, 양산, 구조 등 제너레이티브 디자인의 변수와 옵션에 대해 이해할 수 있는 역량이 필요 - 개발 초기부터 개발 제품의 제너레이티브 디자인 적용을 위해 클라이언트 및 엔지니어와의 협업 체계 필요
기획	<ul style="list-style-type: none"> - 클라이언트 또는 의사결정자들과 함께 제너레이티브 디자인 활용 범위에 대해 결정 - 제품 개발 초기 제너레이티브 디자인 목표 설정 및 정의 - 제품 개발 목적에 따라 제너레이티브의 활용 방향 설정(내/외부 구조, 조형, 패턴, 캐릭터라인 등)
아이디어 구상	<ul style="list-style-type: none"> - 제품의 UX/UI가 고려되는 설계/비설계 영역의 구분 - 임의의 변수와 옵션으로 선행 디자인 탐색 - 기획 단계에서 설정된 목표에 따라서 제너레이티브 영역을 구분
아이디어 전개	<ul style="list-style-type: none"> - 개발 목표에 부합하는 변수와 옵션을 이용한 제너레이티브 디자인 실행(구조 및 형상 최적화나 조형 아이디어 도출) - (제조, 재료)옵션 및 밀도에 따른 다양한 시안 중 컨셉과 개발 방향에 부합하는 제너레이티브 디자인 결과물 선정
의사결정 및 양산	<ul style="list-style-type: none"> - 설계 변경 및 양산 상황에 맞춰 변수 및 옵션 데이터 수정 - 수정된 값에 도출된 결과물로 디자인 수정

4. 제품 디자인 프로세스의 Generative Design 활용 방안

이와 같이 심층 인터뷰를 통해 제품 디자인 프로세스에서 제너레이티브 디자인의 활용 가능성과 활용 방안에 대해서 각 단계별로 시사점을 찾아 볼 수 있었다. 제너레이티브 디자인이 산업 분야에 점차 적용되고 있는 만큼 체계적으로 활용할 수 있는 프로세스의 정립이 필요하였으며, 설계 분야에 활용되던 제너레이티브 디자인이 디자이너의 창의적인 조형 탐색의 도구로도 활용될 수 있는 가능성을 볼 수 있었다.

심층 인터뷰 결과 도출된 제너레이티브 활용 방안은 제너레이티브 디자인 기반의 제품 디자인 프로세스와 일반적인 제품 디자인 프로세스의 비교·분석을 통해 각 단계별로 정리하였다.

4. 1. Step 1. 상품 기획

상품 기획 단계에서는 제품 개발 및 프로젝트의 목표를 설정하는 단계로 개발하고자 하는 제품의 가격, 사용 환경, 사용자, 기능, 제조방식 등에 대해 정의할 수 있다.

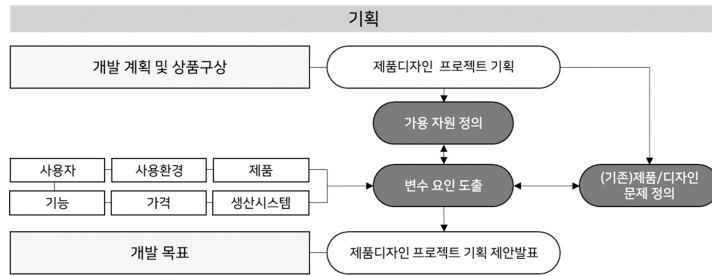


Figure 2 Generative Design Method based Design Project Planning

일반적인 제품 디자인 프로세스에서 개발 계획과 신제품 기획을 진행할 때 사용자나 환경, 기능, 가격 등 상황과 자원을 고려하여 개발 목표를 세웠다면, 제너레이티브 디자인은 클라이언트 또는 내부 의사결정자와 함께 현재 기업의 상황과 가용 가능한 자원 내에서 이전에 고려되었던 요소들을 제너레이티브 디자인의 변수와 옵션으로 새롭게 정의하여 개발 목표를 설정하고 이후 정의된 변수와 옵션을 기반으로 목표와 조건에 부합하는 디자인을 진행함으로써 개발단계에서 발생할 수 있는 오류를 최소화할 수 있다.

4. 2. Step 2.아이디어 구상

아이디어 구상 단계에서는 제품의 기능이나 형상을 이루게 되는 요소를 도출할 수 있도록 조사와 분석이 이루어지게 된다.

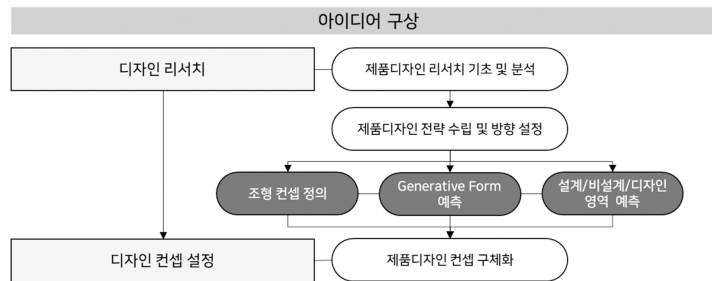


Figure 3 Generative Design Method based Idea Plan

조사 및 분석을 통해 디자인 방향과 콘셉트를 설정하게 되는 아이디어 구상 단계에서는 데스크 리서치 및 필드 리서치, 브레인스토밍 등의 다양한 방법론을 통해 아이디어를 구상하고 콘셉트를 설정하던 기존의 프로세스와 함께 제너레이티브 디자인을 이용한 제너레이티브 폼(Generative Form)을 사전에 디자이너가 미리 예측하며 설계 영역과 비설계 영역, 디자인 영역을 함께 구분하는 작업을 진행할 수 있다.

여기서 디자이너는 기획 단계에서 정해진 변수 및 옵션이나 디자이너가 구상중인 콘셉트 방향에 맞춰 임의의 변수와 옵션을 입력하여 디자인 조형, 구조를 선행적으로 탐색하여 대략적인 디자인을 예측할 수 있게 된다. 탐색된 제너레이티브 디자인 결과물은 디자인 리서치와 아이디어이션을 통해 도출된 콘셉트와 함께 제품 디자인의 콘셉트로 구체화되며, 다음 단계에서 아이디어를 전개할 때 레퍼런스 활용될 수 있다.

4. 3. Step 3. 아이디어 전개

앞에서 도출한 디자인 콘셉트와 제너레이티브 디자인 설계·비설계·디자인 영역, 선행 디자인 결과물을 바탕으로 디자이너는 2D 및 3D 작업을 진행하게 되며, 구조적 솔루션이 필요한 경우에는 아이디어 전개를 통해 도출된 시안을 기획단계에서 정해진 개발목표에 부합하는 변수와 옵션을 입력하여 제너레이티브 디자인에 적용한다.

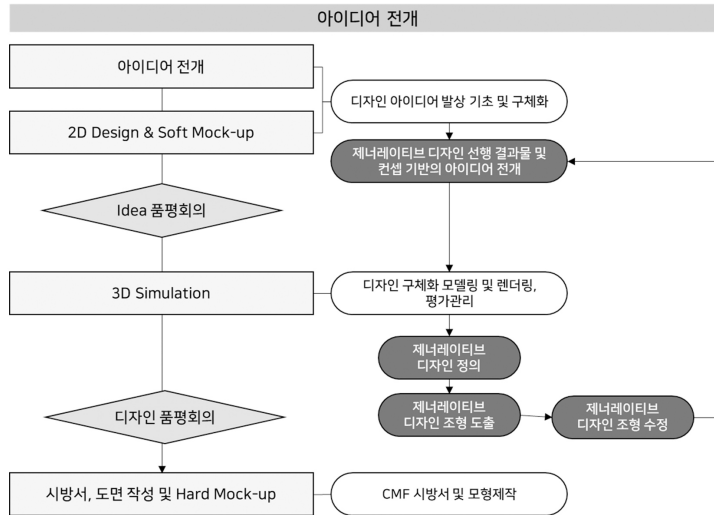


Figure 4 Generative Design Method based Development Ideas

이러한 과정을 거쳐 도출되는 결과물은 디자인 품평을 거쳐 시안을 거치게 되고 상품성을 가진 제품으로 형상과 구조를 다듬는 작업을 진행하게 된다.

디자이너가 제품에 적용되는 소재, 제조공법, 하중 등의 변수와 옵션을 무시한 채 외형만 고려하여 결과물을 만들어내던 기존의 디자인 프로세스에서는 설계나 양산 단계에서 문제점과 오류의 원인이 되어 기획의도와는 다른 디자인으로 변형되거나 여러 번의 수정과정을 거치게 된다. 그러나 아이디어 전개 과정에서 진행되는 제너레이티브 디자인은 사전에 미리 정의한 기업의 가용 자원에 부합하는 결과물을 도출하기 때문에 설계나 양산 단계에서 발생할 수 있는 문제점을 줄이고 디자이너가 의도한 디자인을 최대한 유지할 수 있게 된다.

4. 4. Step 4. 의사결정 및 양산

의사 결정 단계에서는 최종 품평 회의를 거쳐 디자인 결과물이 개발 목표에 부합하는지 여부와 함께 최종 시안의 평가를 진행한다. 만약, 개발 목표에 부합하지 않거나 추가·변경사항 발생 시 변경된 디자인 요소와 변수, 옵션을 적용하여 결과물에 대한 검증과 수정을 진행하게 된다.

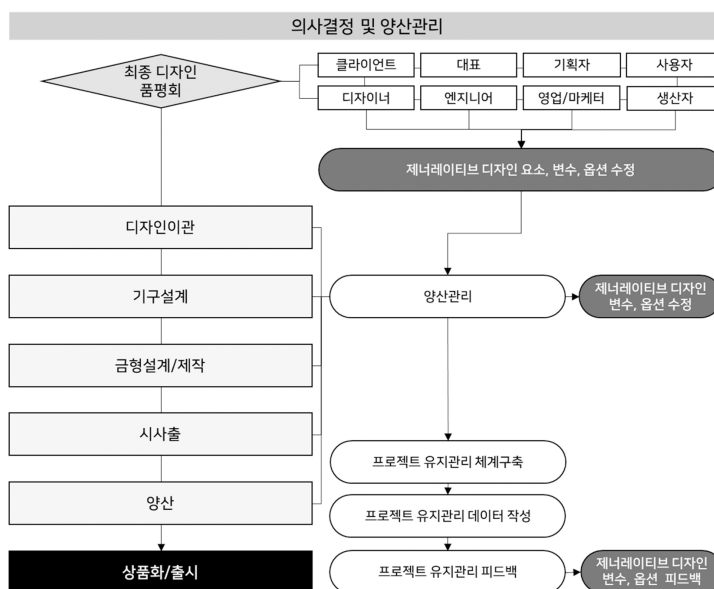


Figure 5 Generative Design Method based Production Review

양산 단계에서도 설계의 변경이나 양산 상황 등에 따른 또 다른 변수가 발생하는 경우에 디자이너는 변경된 변수에 대한 데이터를 실시간으로 적용함으로써 디자인에 대한 수정을 진행한다.

기존의 제품 디자인 프로세스에서는 설계의 변경이나 양산 상황의 변경에 따라 디자인 개발 초기 단계에서부터 다시 해야 하는 경우가 발생하지만 제너레이티브 디자인 결과물을 이용한 디자인은 적용된 변수와 옵션을 수정함으로써 변경된 상황에 맞는 결과물을 빠른 시간 안에 도출하여 디자인 수정 작업에 반영할 수 있다.

제품의 상품화 및 출시 이후에 발생하는 요소들은 다음 제품 개발 시 고려해야 할 사항으로 관리되어 후속제품 개발 시 제너레이티브 디자인을 활용하여 더욱 완성도 높은 제품 개발을 위한 피드백으로 활용될 수 있도록 한다.

5. 제너레이티브 디자인을 활용한 제품 디자인 프로세스

제너레이티브 디자인은 디자이너에 의한 초기 설계, 구조 구축 및 검증의 역할을 해줄 뿐 아니라 나아가 디자이너가 아닌 컴퓨터가 스스로 알고리즘을 설정해 결과물을 생성하고, 창의적 조형 탐색을 위한 도구로 그 범위를 확장시켜 디자인 기획과 콘셉트, 아이디어 구상, 디자인 전개가 가능하다는 점과 설계, 양산 목표에 맞춰 디자인을 진행할 수 있다는 점에서 기존의 제품 디자인 프로세스 및 파라메트릭 디자인과 차이점을 볼 수 있었다. 이와 같은 내용을 종합하여 제품 디자인 프로세스의 제너레이티브 디자인 활용 방안을 Figure 6과 같이 정리하였다.

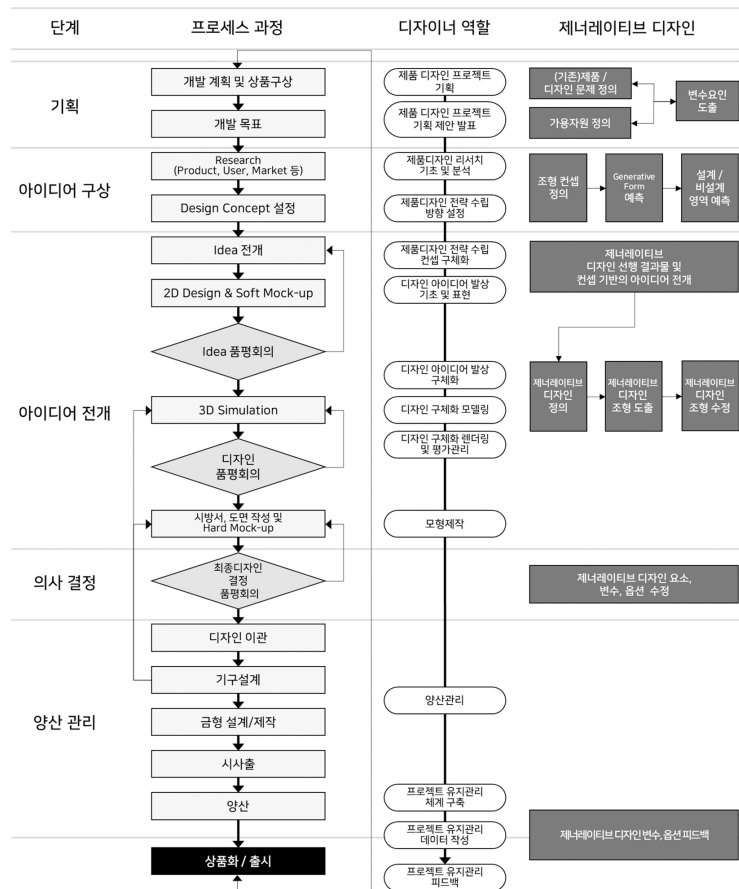


Figure 6 Generative Design In the Product Design Process

6. 결론 및 제언

본 연구에서는 제너레이티브 디자인이 제품 디자인 프로세스에 활용되었을 때 그 활용 방안과 디자이너의 역할에 대해 디자이너와 엔지니어의 특성과 이해를 바탕으로 확인해보았으며, 이를 적용한 제품 디자인 프로세스를 제시하였다.

전문가 심층 인터뷰 결과, 제품 디자인 개발 시 제너레이티브 디자인의 활용은 제품의 구조 개선 뿐 아니라 변수와 옵션에 의해 다양하게 생성된 결과물의 활용 가능성 및 디자인 개발 이후에도 수정에 용이한 특성을 통해 디자인 개발에 도움을 줄 수 있을 것으로 보았으며, 프로세스 내에서 체계적인 활용 방안이 구축되었을 경우 새로운 융합 프로세스로의 가능성과 기대감을 확인할 수 있었다.

과거의 3D 프로그램 활용은 일련의 과정을 거친 후 3차원 디지털 데이터를 생성하는 것이 목적이었다면 제너레이티브 디자인은 개발 변수나 옵션에 따른 위상·최적화의 엔지니어 솔루션 및 주어진 디자인 영역 안에서 다양한 디자인을 생성하여 개발 제품의 구조적 문제 해결과 창의적인 조형 개발에 도움을 주면서 활용 범위가 확대됨을 볼 수 있었다. 또한 결과물의 오류 발생 시 중간 과정에서 입력하였던 변수나 옵션의 수정으로 새로운 결과물을 도출하여 오류에 빠르게 대응할 수 있고, 개발에 소모되는 시간, 비용 등의 자원을 절약함으로써 제품 디자인의 전 프로세스에서 활용 가치가 크다는 것을 볼 수 있었다.

제품 디자인 개발을 위한 프로세스에 제너레이티브 디자인 활용 시 첫째, 제품의 기획 단계에서 상품과 마케팅 관점에 대한 기획뿐 아니라 제품 개발에 영향을 줄 수 있는 다양한 변수를 살펴보고 그 변수를 적용하여 아이디어의 구상과 전개에 활용할 수 있다. 둘째, 변수와 옵션이 적용되어 생성된 결과물을 활용하여 디자인 개발 이후 발생할 수 있는 오류를 최소화할 수 있으며, 디자인 개발 중에 발생할 수 있는 오류에도 변수나 옵션의 수정으로 즉각적으로 대응함으로써 제품 개발에 소모되는 일정 및 비용, 커뮤니케이션의 부채를 최소화시킬 수 있다. 셋째, 생성된 제너레이티브 조형의 여러 시안은 디자이너의 창의적인 조형 탐구에 유용한 도구로 활용될 수 있다. 넷째, 양산 및 출시 이후에 발생하는 문제에 대해서도 발생된 문제의 변수와 옵션을 피드백으로 활용하여 신제품 또는 개선 제품에 적용할 수 있다.

이처럼 제너레이티브 디자인은 제품 디자인 개발의 전체 프로세스에서 유용하게 활용될 수 있을 것으로 보이며, 디자이너의 창의적인 조형의 영감 및 설계에 대한 솔루션을 제공 해 줄 뿐 아니라 나아가 디자이너와 개발자, 클라이언트 간의 마찰을 최소화시키고 경쟁력 있는 제품 개발의 대안으로서 새로운 융·복합 프로세스 구축에 도움을 줄 수 있을 것으로 기대한다.

References

1. Ahn, S., & Jo, S. (2014). 산업디자인 활용을 위한 파라메트릭 디자인 케이스스터디 연구 [A Case Study on Application of Parametric Designing to Industrial Design]. *Journal of Digital Design*, 14(3), 337-346.
2. Anh, S. (2010). 매개변수를 활용한 디지털 디자인 프로세스 개발에 관한 연구 [A Study on the Development of Digital Design Process Using Parametric Design Methods]. *Journal of Integrated Design Research*, 9(1), 11-25.
3. Jung, I., Lee, S., No, S., & Lee, Y. (2020). *Fusion 360 CAM & Generative Design*. Seoul:Mechapia.
4. Jung, W., & Kim, S. (2018). 인공지능 시대에서 미래 디자이너의 역할에 관한 고찰 [A Study on the Role of Designer in the 4th Industrial Revolution]. *Journal of Digital Convergence*, 16(8), 279-285.
5. Jordahn, S. (2019). Philippe Starck, Kartell and Autodesk unveil "world's first production chair designed with artificial intelligence". *Dezeen*. Retrieved April, 2019, from www.dezeen.com/2019/04/11/ai-chair-philippe-starck-kartell-autodesk-artificial-intelligence-video
6. Kim, K., & Lim, C. (1996). 산업디자인 프로세스상의 실체화 단계를 위한 동시공학 개념 도입에 관한 연구 [A Study on The Application Concurrent Engineering Concept in Industrial Design Practice]. *Archives of Design Research*, 13, 27-42.

7. Kim, W. (2018). 디자인에 대한 국내 디자인-공학 연계 연구자들의 태도 및 형성 배경 [Attitudes Toward Design and the Formative Background of Domestic Design-Engineering Interdisciplinary Researchers]. *Archives of Design Research*, 31(1), 95-109.
8. Kwon, S. (2008). 제품디자인을 위한 디자인비즈프로세스 모형 개발에 관한 연구 [A study on DesignBiz Process Model Development Based on Product Design] (master's thesis). Kyonggi University, Suwon, Korea.
9. Moore, S. (2019). Autodesk collaborated with VW's newly renamed Innovation and Engineering Center California (IECC) to reconceptualize several components of the electric-infused technical showcase vehicle. *Plastics today*. Retrieved June, 2019, from www.plasticstoday.com/automotive-and-mobility/autodesk-collaborates-volkswagen-on-generative-design-electric-vintage-vw-bus/101634532761115
10. Oh, B., Lee, B., & Chang, Y. (2018). 현장 직무중심 디자인 역량별 요구도 분석 [Needs Analysis of Field Job-oriented Design Competencies]. *Archives of Design Research*, 31(1), 111-122.
11. Ravi, A. (2018). What Generative Design Is and Why It's the Future of Manufacturing. *New equipment*. Retrieved March, 2018, from <https://www.newequipment.com/research-and-development/what-generative-design-and-why-its-future-manufacturing>
12. Ryu, S. (2003). 제품디자인을 위한 실무적 관리프로세스 제안 [A Proposal of Practical Management Process for Product Design]. *Archives of Design Research*, 16(2), 197-208.
13. Song, Y., & Yu, H. (2015). 디자인 패러다임 전환에 따른 제품디자인 프로세스 변천 과정 연구(①산업 혁명, ② 디지털 제품 등장, ③복잡한 환경 요소를 중심으로) [A Study on Development of Product Design Process based on Design Paradigm Shift (Focused on ①Industrial Revolution, ②Digital Products and ③ Complex Environmental Factors)]. *Journal of Basic Design & Art*, 16(2), 205-211.
14. Tara, R. (2016). Under Armour Implements Autodesk's Generative Design to Engineer the Perfect 3D-Printed Shoe. *Engineering*. Retrieved March, 2016, from <https://www.engineering.com/3DPrinting/3DPrintingArticles/ArticleID/11747/Under-Armour-Implements-Autodesks-Generative-Design-to-Engineer-the-Perfect-3D-Printed-Shoe>
15. Yasuo, M. (2019). WHILL が最新テクノロジーで追求する次世代のパーソナル モビリティ. *Autodesk*. Retrieved January, 2019, from <https://redshift.autodesk.co.jp/personal-mobility-whill>
16. Yasuo, M. (2020). 구명용 드론 '엑스 베인', 제너레이티브 디자인으로 날아오르다. *Autodesk*. Retrieved August, 2020, from <https://redshift.autodesk.co.kr/life-saving-drone>
17. Yoo, J. (2015). 동시공학과 컨버전스에 기초한 제품디자인 프로세스 모형개발 [Development of product design process based on Concurrent Engineering and Convergence Technology]. *Journal of Digital Design*, 15(1), 145-153.

제너레이티브 디자인의 제품 디자인 프로세스 활용 연구

나한범¹, 김원섭^{2*}

¹서울과학기술대학교 나노IT디자인융합대학원 IT디자인융합전공, 학생, 서울, 대한민국

²서울과학기술대학교 디자인학부, 교수, 서울, 대한민국

초록

연구배경 클라우드 컴퓨터와 인공지능을 통해 다양한 디자인 옵션을 제안하는 제너레이티브 디자인은 제품 디자인 개발에 있어서 기업과 제품의 경쟁력을 향상시킬 수 있는 새로운 융합 프로세스의 대안으로 기대되고 있다. 하지만 현재의 제너레이티브 디자인은 CAD 소프트웨어의 기능요소 중 하나로서 특정 시점에서 단순한 결과를 얻어내기 위한 도구로만 사용되고 있기 때문에 다양한 결과물의 도출과 결과물을 활용할 수 있는 융합 프로세스로서의 체계적인 방안이 요구되고 있다.

연구방법 본 연구는 제너레이티브 디자인의 제품 디자인 프로세스 활용 방안을 도출하기 위해 문헌 연구와 사례조사 그리고 전문가 심층 인터뷰 방법으로 진행되었다. 먼저 제품 디자인의 프로세스와 제너레이티브 디자인에 대해 이론을 고찰하여 일반적인 제품 디자인 프로세스의 활동과 제너레이티브 디자인을 이용한 제품 개발 사례를 통해 활용 방안의 시사점을 도출하였다. 다음으로는 제품 디자인 관련 전문가를 대상으로 제너레이티브 디자인의 제품 디자인 활용 방안 및 가능성에 대해 심층 인터뷰를 진행하고 이를 통해 도출된 인사이트를 중심으로 일반적인 제품 디자인 프로세스 각 단계에서의 활용 가능성을 검토해 보았다.

연구결과 제너레이티브 디자인은 위상·형상 최적화의 생성적 디자인을 넘어서 제품 디자인 프로세스의 전 주기에서 계획적으로 활용되며 디자이너의 창의적 조형 연구에 영감을 줄 수 있다는 가능성이 도출되었다. 변수와 옵션에 부합하는 구조와 형태를 얻는 본래의 기능으로도 활용할 수 있지만 향후 디자이너의 의도에 맞춰서 변수와 옵션을 설정하여 다양한 조형을 결과물로 도출하고 이를 디자인에 적용할 기회가 확대될 것으로 예측된다.

결론 제너레이티브 디자인을 활용한 제품 디자인 프로세스의 구축으로 디자이너는 상황과 목적에 따라 제너레이티브 디자인의 결과물을 제품의 구조 개선 뿐 아니라 창의적 조형 탐색의 아이디어이션을 위한 방법론으로도 활용함으로써 새로운 융·복합 프로세스로 활용할 수 있을 것이라 기대한다.

주제어 제품 디자인, 산업디자인, 제너레이티브 디자인, 디자인 프로세스, 융합 프로세스

*교신저자 : 김원섭 (wskim@seoultech.ac.kr)