ISSN 2288-4866 (Print)
ISSN 2288-4882 (Online)
http://www.jiisonline.org
J Intell Inform Syst 2022 March: 28(1): 217~242 http://dx.doi.org/10.13088/jiis.2022.28.1.217

지능형 메디컬 기기 개발을 위한 KANO-QFD 모델 제안: AI 기반 탈모관리 기기 중심으로

김예찬
한동대학교 경영경제학부
(21600121@handong.edu)

최광은
한동대학교 경영경제학부
(21800724@handong.edu)

정두희
한동대학교 ICT창업학부
(profchung@handong.edu)

AI 기술이 결합된 지능형 제품은 기술적 차별화를 실현하며 시장 경쟁력을 높일 수 있는 잠재성을 지닌다. 하지만 시장 수용도를 극대화 할 수 있는 AI 기반의 신제품 개발 방법론은 부재하다. 본 연구는 AI 기반의 지능형 제품 개발에 대한 방법론으로서 KANO-QFD 통합 모델을 제안한다. 실증적인 분석을 위한 구체적 사례로 탈모 예측 및 치료 기기에 대한 소비자 요구조건(Customer Requirements)의 유형을 분류하고, 이를 구현하기 위한 기술적 요구사항(Engineering Characteristics)의 상대적 중요도 및 우선순위를 도출하여 지능형 메디컬 신제품 개발의 방향을 제시하였다. 소비자 130명을 대상으로 실시한 설문조사 분석 결과, KANO 카테고리 중 매력적 품질(Attractive Quality) 요소로 미래 탈모 진행 상황에 대한 정확한 예측, 미래 탈모 모습 및 치료 후 개선된 미래 모습을 실물화하여 스마트폰으로 보고, 세련된 디자인, 레이저와 LED 빛 복합 에너지를 이용한 치료 등이 도출되었다. QFD의 품질의 집(House of Quality)을 기반으로 분석한 결과, 탈모 진단 및 예측을 위한 학습 데이터, 두피 스캔용 Micro 카메라 해상도, 탈모 유형 분류 모델, 맞춤화를 위한 개인별 계정 관리, 탈모 진행상황 진단 모델 순으로 상대적 중요도 및 우선순위가 도출되었다. 본 연구는 기존에 선행되지 않았던 AI 기반의 지능형 메디컬 제품 개발에 대한 방향을 제시하였다는 면에서 의의를 지닌다.

주제어 : 인공지능, 지능형 제품, KANO, QFD, 탈모 예측

논문접수일 : 2021년 12월 1일 논문수정일 : 2021년 12월 28일 게재확정일 : 2022년 1월 3일
원고유형 : 학술대회용 Fast Track 교신저자 : 정두희

1. 서론

기술혁명 시대에 인공지능(Artificial Intelligence)을 선두로 하는 다양한 기술들의 등장이 개인과 기업의 역량을 증폭시키고, 비즈니스뿐만 아니라 일상 생활에서도 혁신적인 변화를 이끌어 내고 있다(Chung, 2020). Science(2020)에 따르면 미국이 주도하고 있는 인공지능 기술의 시장 규모는 2020년 기준 1,840억 달러로 2025년까지 연 평균 약 38%씩 성장할 것으로 전망된다. 특별히 인공지능 기반의 디지털 트랜스포메이션은 가상비서 스피커, 소셜 로봇 등 다양한 형태의 지능형 제품들이 출시되는 경향을 만들어내고 있다. 한국로봇산업진흥원(KIRIA)은 2030년까지 국내 인공지능 기반의 지능형 제품이 창출하는 시장 규모가 약 27~30조에 이를 것으로 전망했다(Byun, 2017). 특히, 인공지능 기술이 헬스케어, 메디컬 등 소비자와 사회에 실질적인 도움을 주는 방향으로 적용되면서 혁신이 확산되고 있음을 볼 수 있다(Cho, 2021). 빅데이터 및 기계 학습 등의 기술혁신을 기반으로 혁신적인 지능형 신제품을 내놓는 기업들이 글로벌 ICT 시장을 선점하는 가운데,

국내 기업들 또한 인공지능 기반 제품을 통해 시장 경쟁력을 높이려는 노력을 기울이고 있다(Jeong, 2019).

인공지능 기술 기반의 지능형 제품은 기존 제품과 달리 머신러닝 등 알고리즘과 데이터 학습을 통한 모델링을 바탕으로 소비자의 행동을 예측 및 분석하여 사용자에게 최적화된 서비스를 제공한다(Chung, 2021). 인공지능 기반 제품은 스스로 사용자의 니즈를 정확하게 파악하고 이를 만족시킬 수 있는 기능을 제공하는 특징을 지닌다. 이러한 인공지능 기반의 혁신제품은 기술 지향적(Technology-Push) 성격을 띄기에 기업들은 주로 시장 수용성보다는 기술적 잠재성과 공학적 방향을 우선순위로 하여 신제품 개발을 하는 경향이 있다(Roy and Sarkar, 2016). 그러나 이러한 기술 지향적 개발 방식은 기술적 구현은 한다 하더라도 소비자의 니즈를 정밀하게 충족시키지 못해 실패하기 쉽다는 한계를 지닌다(Yang et al., 2021). 실제로 지능형 제품은 참고할 수 있는 벤치마크가 존재하지 않기 때문에 시장 수요를 명확히 파악하는 데 한계가 있다. 지능형 제품의 차별화된 기술적 특성이 충분히 분석·구현되기 위해서는 시장 경쟁력과 기술적 가능성을 동시에 반영할 수 있는 신제품 개발 방법론이 전제되어야 한다. 하지만, 이러한 잠재적인 기술적 특성 및 시장 수용성에 기반한 지능형 신제품 개발 방법론은 현재 부재한 상황이다.

따라서 본 연구는 시장 경쟁력 확보와 동시에 인공지능 기능이 극대화된 지능형 제품의 개발 방향 도출을 위해 KANO 모델을 통해 인공지능 기반의 지능형 메디컬 제품에 대한 잠재 고객의 소비자 요구조건을 추출하여 KANO 설문을 기반으로 각 소비자 요구조건을 분류하고, 이에 대한 고객 만족계수/불만족계수를 통해 상대적 중요도를 도출 및 우선순위를 제시하여 제품 설계 및 개발을 위한 기술적 요구사항 개발 과정에 반영하는 QFD를 결합한 분석 방법론을 제안한다. 이를 위한 구체적인 사례로 인공지능 기반의 탈모관리 기기 개발 방향을 도출하는 분석에 적용한다.

인공지능 기반의 신제품 개발에 적합한 방법론이 부재한 상황에서 본 연구는 인공지능의 혁신적인 기술적 속성에 소비자의 잠재적 요구조건을 반영하여 시장 수용성을 극대화할 수 있는 방법론을 제시한다. 이를 통해 관련 업종에 있는 기업이 신제품 개발에 참고할 수 있는 구체적인 가이드라인을 제공한다는 점에서 의의를 갖는다.

2. 이론적 배경

2.1. AI 기반의 지능형 제품

지능형 제품은 인공지능, 사물 인터넷(IoT), 지능정보기술이 기존 산업 및 서비스와 융합하여 사회 전반에 혁신적인 변화를 유도하고 시장을 선점할 수 있는 제품을 의미한다(Jeong et al., 2017). 특히 인공지능 기반의 지능형 제품은 방대한 데이터 학습을 기반으로 고도화된 기능을 구현하는 인공지능 기술의 특성이 적용된 제품으로 기술적 차별성뿐만 아니라 시장 차별성을 실현할 수 있는 잠재성을 지닌다. 인공지능 기반의 지능형 제품은 데이터 학습에 기반한 모델링을 통해 구현되며, 자체적인 인식 및 의사결정 능력을 통해 스스로 목표를 달성할 수 있는 능력을 갖췄다(Chung, 2021). 이러한 인공지능 기반 제품을 개발하는 과정은 시장의 수요 파악보다는 기술적 가능성에 초점을 맞추어 혁신이 진행되는 테크놀로지 푸시 접근을 따르는 경향을 갖는다(Chung,

2020).

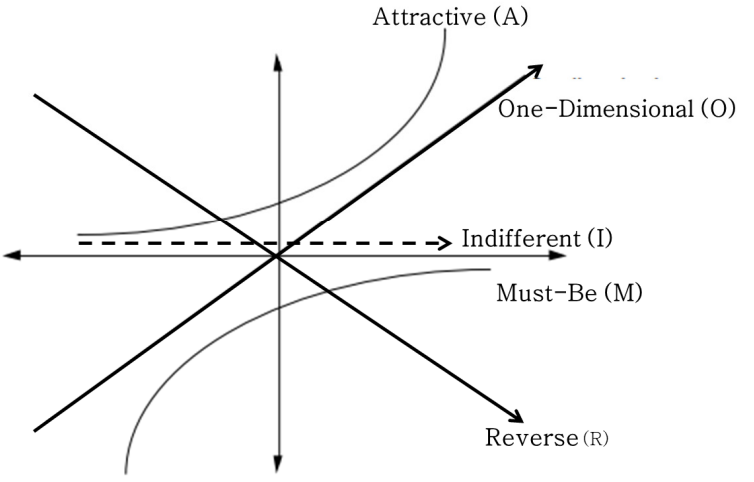
최근 들어 인공지능 기반의 지능형 제품 개발에 대한 연구가 나오고 있다. Yang et al(2021)은 인공지능의 소통 모델 기반의 지능형 차량용 음성비서 개발 방법을 제안했다. 고객 설문 조사를 기반으로 자동차 사용자들이 신제품에 필요하다고 생각하는 기능을 선별하고, TOPSIS를 통해 고객들이 필요로 하는 기능의 중요도를 구함으로써 차량용 음성비서 개발전략을 도출하였다. Fecir Duran(2019)은 지능형 초음파 세척기기의 설계 및 구현을 위해 세척방법의 다양한 응용분야에 대한 연구를 진행하였다. 재료 및 공정 결과 분석에 근거한 지능형 알고리즘 기술을 제안함으로써 에너지와 시간 소비량을 감축시킬 수 있는 신제품 전략을 제시하였다. Chung(2021)은 양손잡이 접근을 통한 인공지능 기반 신제품 개발 방법론을 제안을 위해 QFD, AHP 등 총 6개의 분석 모델을 활용했다. 이를 통해 기업이 인공지능 기반 신기술이 내재된 혁신제품을 통해 신시장을 개척하거나 기존 제품의 고도화를 통해 시장 확장을 펼칠 수 있도록 하였다. Lee(2020)는 지능형 가상비서가 음성 쇼핑 이용자의 태도에 미치는 영향에 관한 연구를 통해 지능형 가상비서의 매력성이 준사회적 상호작용에 미치는 효과를 분석하여 제품 태도에 미치는 영향을 살펴보았다. 이와 관련하여 시나리오 방식을 바탕으로 IT기기 등 신기술이 음성 쇼핑을 활성화 시킬 수 있는 방안을 제시하였다.

한편 인공지능이 잘 적용될 수 있는 분야는 헬스케어 바이오 분야이며, 이에 따라 인공지능 기반의 지능형 메디컬 제품이 시장에 출시되고 있다. 과거 메디컬 기기 관련 수요는 치료 중심적 기술 특성에 기초하기 때문에 특정 의학 분야에 대한 전문지식을 갖춘 전문의나 고가의 기기를 활용할 수 있는 일정 규모 이상의 병원에만 국한되어 있었다. 하지만 최근 메디컬 케어에 대한 대중적 수요가 증가하면서 홈케어 서비스, 개인 맞춤화 케어 등 다양한 기능이 접목된 신제품들이 등장하고 있다(Park, 2016).

하지만, 메디컬 기기는 여전히 기술 특성의 구현에만 초점을 두어 개발되고 있으며 시장 수용성을 높이는 제품 개발의 시도는 요원하다. UX 등 사용자 요구조건을 고려하지 않아 우수한 기술적 기능이 적용되더라도 그 만큼 시장의 수요를 이끌어내지 못한다(Baek, 2021). 학계에서도 인공지능의 속성을 잘 반영하는 동시에 시장 수용성을 높이는 지능형 메디컬 제품 개발 방법론은 매우 필요하지만, 이에 대한 연구는 전무하다시피 하다. 따라서 본 논문에서는 이 공백을 메우기 위하여 KANO-QFD 통합 모델을 기반으로 하는 지능형 메디컬 제품 개발 방법론을 제안한다.

2.2. KANO 모델

산업 전 분야에 걸친 기술의 발달로 소비자의 요구가 전반적으로 상향된 만큼 소비자 요구 조건에 대한 정확한 예측과 이해를 위한 분석이 필요하다(Atlason, 2018). 특히 인공지능 기반 지능형 제품이 시장 수용성을 갖도록 개발하기 위해서는 이 제품에 대한 사용자의 요구조건을 명확하게 분석하는 작업이 필요하다. 이 연구에서는 KANO 모델을 통해 이 과업을 수행하고자 한다. Herzberg의 동기 이론을 기반으로 제안된 KANO 모델은 소비자의 만족도를 측정할 수 있는 모델로써 제품에 대한 소비자 요구조건을 분석하고 제품 개발을 위한 전략을 수립하는 방법론으로 적절하다(Lina He, 2020). 또한, 제품을 구성하는 요소에 따라 소비자가 요구하는 사항을 구체적으



〈Figure 1〉 Classification of KANO Quality Attributes (Berger et al., 1993)

로 파악할 수 있고 제품에 대한 조건 충족 정도를 고려한 분석이 가능하다(Kim, 2017).

KANO 모델은 설문조사 기반 데이터에 의해 소비자 요구사항에 대한 품질요소를 세분화하고 제품에 대한 평가를 참고할 때 활용할 수 있다(Gangurde, 2018). 또한, 고객 계층에 따라 다양하게 나타나는 반응에 대해 소비자 요구조건을 파악할 수 있다는 점은 제품 개발의 전략에 정교함을 더해줄 수 있다(Ilbahar, 2017).

Song(2020)는 IT 융합서비스 설계를 위한 로봇의 컨셉 기능을 일반 고객과 은행직원이 인지하는 품질속성의 분류와 상대적 중요도를 분석하기 위해 KANO 모델을 활용하였고, 품질속성 도출에 따른 서비스 디자인 전략을 제시했다. Moon(2014)은 고객 만족이 기업의 경쟁력에 미치는 중요한 요소로 보고 서비스 산업 분야에서의 고객요구사항을 분석했다. 이를 통해 KANO 모델이 고객 요구사항을 통찰하는 최적화된 방법이며 다른 분석 모델과 통합하여 사용할 경우 제품 개발에 필요한 정보 제공 가능성을 제안했다.

KANO 모델은 제품 및 서비스에 대한 소비자 요구조건의 객관적인 충족 정도와 주관적인 만족도의 상호 관계에 영향을 받아 6가지 품질요소로 결과가 나타난다(Ko, 2014). KANO 모델은 만족과 불만족이라는 주관적 측면과 제품 요구사항의 충족과 불충족이라는 객관적 측면을 함께 고려한 분석 모델로, 요구조건에 대한 충족 정도에 따라 고객 만족도에 영향을 미치는 고객 요구속성을 크게 매력적 품질, 일원적 품질, 당연적 품질, 무관심 품질, 역 품질, 회의적 품질 6가지 분류로 구분한다. 각각의 소비자 요구조건들은 만족되었을 시 서로 다른 방향으로 고객 만족도에 영향을 주게 된다. <Figure 1>은 KANO 모델의 품질요소 분류 모델로 품질요소에 따라 고객 만족도의 증가 형태가 각기 달리 나타남을 보여준다.

분류 과정을 통해 소비자 요구조건을 각 품질요소로 분류함으로써 해당 제품의 속성을 파악할 수 있고, 제품 기획 단계에서 집중하여 다루어야

〈Table 1〉 Six Quality Attributes of KANO model.

Quality Attributes	Description
Attractive Quality	When the consumer requirements are not met, the customer does not feel dissatisfied for this reason, but when they are met, it means a consumer requirement that results in very great satisfaction.
Indifferent Quality	Consumers feel irrelevant to quality factors. This means that there is no difference in quality between satisfaction and dissatisfaction with consumer requirements.
Must-Be Quality	Even if the consumer requirements are completely met, they cannot satisfy customers due to this, but if they become insufficient, it means a consumer requirement that must exist as a condition that causes great dissatisfaction.
One-Dimensional Quality	It is a structure in which satisfaction of consumer requirements linearly increases customer satisfaction. In other words, it refers to a consumer requirement that is satisfied when satisfied and dissatisfied when not satisfied.
Reverse Quality	When satisfied, it means feeling dissatisfied and when not satisfied, feeling satisfied.
Questionable Result	It is a case where the understanding of quality attributes is low and is a quality factor that deviates from the focus of the study.

할 속성을 알 수 있기 때문에 개발 방향 선정에 도움이 된다. 시장에 없던 매력적 품질요소가 등장할 경우 고객의 만족을 이끌어낼 수 있고 시장 수용성이 높아질 경우 시장 선점 효과에 달성할 수 있다. 매력적 품질요소는 인공지능 기능 같은 신기술 적용을 통해 주로 일어나지만, 제품의 매력적 품질요소에만 몰두하느라 일원적 품질요소(O)와 당연적 품질요소(M)를 놓친다면 오히려 시장 경쟁력이 떨어질 수 있다는 점을 주의해야 한다.

2.3. QFD (Quality Function Deployment)

QFD(Quality Function Deployment: QFD 모델)는 설계부터 판매까지 제품 공정에 필요한 전 단계에서 소비자 요구조건이 제품에 반영되어 고객의 만족 이끌어내기 위한 품질관리 분석기법이다(Hwang, 2019). 특히, 제품을 직접 만드는 설계자의 관점을 취하고 있기 때문에 제품 특성 간의 상호작용을 고려하고 고객의 요구에 맞추어 개발프로세스가 진행할 수 있다는 점에서 창조적이고 혁신적인 제품 설계 분석 방법론으로 활용된다(Tontini, 2007). 또한, QFD 모델은 소비자 요구조건과 각 품질 특성의 연관관계를 파악하여 기술적 요구조건에 우선순위를 찾는데 용이하기 때문에 신제품 개발 시 업무 영역간 체계적인 분업에도 효과적이다(Kawane, 1997).

QFD 모델의 적용 목적은 제품 개발 품질 설정, 초기 품질 문제의 절감, 기획 품질의 설정에 있고 이를 구현하는 도구로 HOQ(House of Quality)를 사용한다(Jung, 2014). HOQ는 QFD 모델의 결과물로 '품질의 집'이라 부르며 HOQ를 통해 제품의 소비자 요구조건, 기술적 요구사항, 소비자 요구조건과 기술적 요구사항간의 관계, 기술적 요구사항 간의 상호연관성, 소비자 요구조건의 중요도, 타사 제품과의 고객 인지도 비교, 기술적 요구사항의 상대적 중요도 등을 파악할 수 있다. HOQ 결과는 적절한 가공을 통해 신제품 개발, 기술적 요구사항 개선 등 경영 전략에 유의미한 정보로 활용할 수 있다(Jang, 2015).

Park(2008)은 시장조사와 FGI를 통해 도출된 고객 요구사항을 기술 특성과 대응시켜 관계를 종합한 HOQ를 바탕으로 겨드랑 목발 사용 시 개선되어야 할 우선순위를 전체 무게의 개선, 손잡이의 재질 개선, 손잡이의 모양 개선 순으로 도출하였다. 이를 바탕으로 제품 개발 프로토타입을 만들어 실제 시장수용성을 예측하였다. Gharakhani(2012)는 호텔 서비스에 대한 소비자 요구 조건을 도출하여 서비스 품질 향상을 위해 QFD를 사용했다. 만족 정도와 중요 정도에 대한 설문조사로 표본을 수집하여 개선되어야 하는 호텔 서비스 품질의 우선순위를 산출하였다. Lee(2013)는 QFD 분석 모델을 적용하여 소셜커머스에 대한 서비스 개선 방안을 제시하였다. 고객 요구사항과 서비스 특성을 고려한 분석을 바탕으로 품질의 집을 이용하여 상관관계를 분석한 후 AHP를 이용하여 고객 요구사항에 대한 중요도 값을 산출하였다. Jeong(2014)은 도서관에서 제공하는 서비스 품질에 대한 사용자 만족도와 중요도를 평가하고 사용자 관점의 요구사항이 포함된 서비스 개선 방안을 모색하여 기술 특성을 도출하였다. 이후 QFD 분석을 통해 사용자 만족도를 최대화할 수 있는 도서관 서비스 품질 향상 전략을 모델링하였다.

본 논문은 지능형 신제품 개발을 위한 요구조건 우선순위를 도출하고 기술 특성의 상대적 중요도를 파악하기위한 방법으로 KANO 모델과 QFD를 결합한 통합 모델의 분석 방법을 제안하고자 한다.

3. 지능형 신제품개발을 위한 KANO-QFD 통합 모델

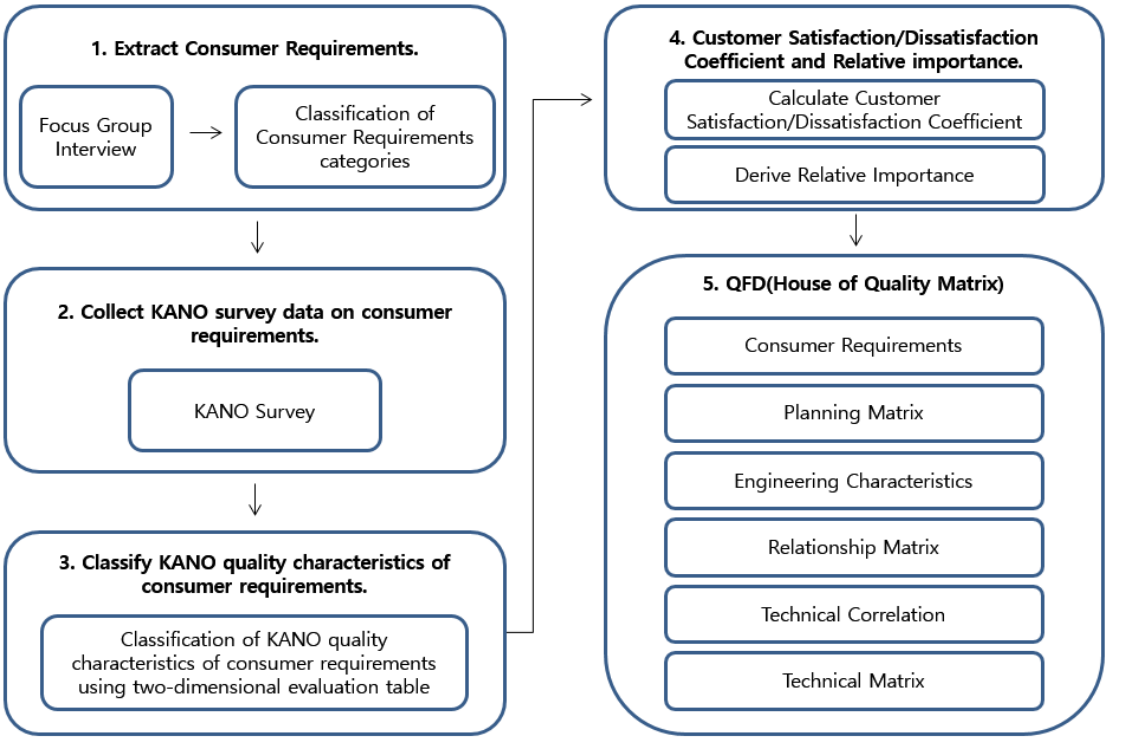
3.1. 기존 KANO 모델의 한계

KANO 모델의 경우 이원화된 설문조사 데이터를 통한 객관적 분석과 고객 만족계수를 통한 주관적 분석이 가능하다. 하지만, 소비자 요구조건이 골고루 고려되지 못하고 최빈값을 기준으로 특정 품질 요소만 고려된다는 한계가 존재한다. 또한 KANO 모델은 소비자 요구조건을 파악할 수는 있으나 이를 제품 개발로 연결시키기 위한 기술 특성은 알 수 없다는 한계가 있다.

실제 인공지능 기술 기반 제품 개발의 경우, 고객이 생각하지 못한 요구를 충족시킴으로써 고객 감동을 이끌어내는 사례가 많다(Ha, 2013). 만약, KANO 모델만 특정 품질요소에만 쏠림 현상이 발생하거나 두 가지 품질 요소 사이에서 모호한 경우 분석이 제한된다는 문제가 있을 수 있다. 이 같은 KANO 모델 분석의 한계를 보완하기 위해서는 제품 개발에 우선순위로 고려되어야 할 소비자 요구조건의 상대적 중요도를 파악하는 과정이 필요하다(Hogstrom, C. et al., 2010).

추가적으로, 인공지능 기반의 지능형 제품 개발은 특정 소비자 요구조건을 만족시키기 위해 관련 학습 데이터 확보 및 분석, 알고리즘 선정 및 모델링 고도화, 사용자 관점에서의 제품 수용 및 저항 요인 고려 등 복합적이며 장기적인 노력이 수반된다(Susumago et al., 2020). 기업의 제품 개발 단계에서 불필요하게 소모되는 예산을 줄이고 시장 수용적 가치를 기준으로 기술적 요구사항과 소비자 요구조건을 도출해야 한다.

본 연구는 KANO 모델의 이러한 한계를 보완하기 위해 제품 개발 과정에서 기업 현실과 기술



〈Figure 2〉 KANO-QFD Integrated Model

적 특성이 반영된 QFD를 더한 통합 모델을 제안한다.

3.2. KANO-QFD 통합 모델

본 논문에서는 소비자 요구조건과 제품의 기능을 기준으로 측정하는 데 편리한 KANO 모델과 개발 프로세스에서 소비자의 요구사항을 반영하는 QFD를 통합한 KANO-QFD 통합 모델을 활용하였다. 즉, KANO 모델을 통해 소비자 요구조건의 각 가중치를 계산하고 KANO 특성이 적용된 기술 특성을 도출함으로써 상대적 중요도를 계산하고 도출된 기술 특성 분석을 통해 개발 우선순위 전략을 제시한다. KANO-QFD 통합 모델은 소비자 요구조건과 기술 특성을 함께 분석하여 결과를 확인할 수 있는 행렬을 포함하고 있다(Ha, 2020). 또한 신제품 개발 전략에 도움이 될 수 있는 소비자 요구조건 가중치, 기술적 특성 간의 상호관계, 기술 개발 우선순위 등 여러 지표를 포함하고 있기 때문에 기존의 모델에 비해 성능이 뛰어나다.

[1단계: 소비자 요구조건 추출]

전문가 및 잠재적 고객을 대상으로 표적집단면접방법(FGI)을 통해 인공지능 기반의 지능형 제품에 대한 소비자 요구조건을 파악하고, 유사한 성격을 갖는 소비자 요구조건끼리 카테고리화하

〈Table 2〉 Example of KANO questionnaire on consumer requirements

Positive question	1-1. What if the device has a sophisticated design?
	① I like it that way. ② It must be that way. ③ I am neutral. ④ I can live with it way. ⑤ I dislike it that way
Negative question	1-2. What if the device is not a sophisticated design?
	① I like it that way. ② It must be that way. ③ I am neutral. ④ I can live with it way. ⑤ I dislike it that way

〈Table 3〉 KANO Quality Attribute Two-dimensional Evaluation Table.

		Answers to negative questions.				
		①	②	③	④	⑤
Answers to positive questions.	①	Q	A	A	A	O
	②	R	I	I	I	M
	③	R	I	I	I	M
	④	R	I	I	I	M
	⑤	R	R	R	R	Q

여 분류한다.

[2단계: 소비자 요구조건에 대한 KANO 설문 데이터 수집]

1단계에서 분류된 소비자 요구조건의 각 품질요소를 도출하기 위한 KANO 설문조사를 진행한다. KANO 설문 문항은 이원화된 질문을 제시함으로써 긍정형 질문과 부정형 질문을 동시에 진행한다. 긍정형 질문은 소비자 요구조건이 충족되었을 때 소비자가 느끼는 긍정적 감정에 대한 질문이고, 부정형 질문은 소비자 요구조건을 충족시키지 못했을 때 소비자가 느끼는 감정에 대한 질문이다. <Table 2>과 같이 이루어진 한 쌍의 이원적 문항을 통해 소비자 요구조건을 품질요소로 분류할 수 있다.

[3단계: KANO 설문을 통한 소비자 요구조건의 KANO 품질 요소 분류]

소비자 요구조건에 대한 모든 설문 결과를 취합하여 각 답변이 어떤 품질요소에 해당되는지 구분하여 <Table 3> 평가이원표를 작성한다. 각 소비자 요구조건의 최종 품질요소는 빈도를 기준으로 결정한다. 두 번째 빈도와 그 이하는 배제하고, 최대 빈도수가 다수인 경우에는 함께 배제

한다.

[4단계: 고객 만족계수와 고객 불만족계수 계산 및 상대적 중요도 산출]

<Table 4>에서는 KANO 모델의 긍정 · 부정형의 이원적 문항을 통해 각 소비자 요구조건의 품질요소를 분류하고 파악했다. 하지만 최빈값에 의한 각 소비자 요구조건의 최종 품질 요소 분류는 같은 항목 안에서의 서로 다른 품질 요소들간 정도의 차이를 간과할 수 있다는 한계점을 지닌다. 이를 보완하기 위해 각 소비자 요구조건이 고객 만족 및 불만족에 직접적으로 미치는 영향의 정도를 파악하고자 식<1>과 식<2>에 따라 항목별 고객 만족계수(Customer Satisfaction Coefficient)와 고객 불만족계수(Customer Dissatisfaction Coefficient)를 계산한다.

식<1> *고객 만족계수(CSC):* $\frac{A+O}{A+O+M+I}$

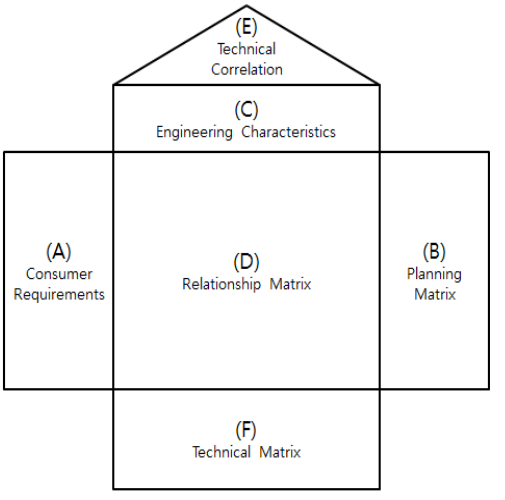
식<2> *고객 불만족계수(CDC):* $(-1)*\frac{O+M}{A+O+M+I}$

고객 만족계수는 역 품질(R)과 회의적 품질(Q)을 제외한 전체의 응답자 수 중 매력적 특성(A)과 일원적 특성(O)을 차지하는 비중으로 해당 항목이 충족될 경우 만족하는 응답자 수의 비율이다(Song et al., 2021). 즉, 만족계수가 1에 가까울수록 해당 항목의 충족이 고객 만족도를 증가시킨다고 볼 수 있다. 반대로, 고객 불만족계수는 역 품질(R)과 회의적 품질(Q)을 제외한 당연적 특성(M)과 일원적 특성(O)이 충족되지 않을 때의 비율로, 불만족계수가 -1에 가까울수록 해당 항목의 불충족이 고객 만족도 감소에 기인하는 것으로 간주할 수 있다. 고객 만족/불만족계수를 기반으로 각 품질 특성의 강도는 파악할 수 있지만 이 역시 각 항목별 특성의 중요도를 파악하기 어렵다는 한계가 있다(Song et al., 2021). 이에 본 연구에서는 품질 특성의 중요도는 고객 만족계수와 불만족계수 모두에 의해 영향을 받는다는 Chang(2013)의 선행연구를 바탕으로 식<3>과 같이 고객 만족계수와 불만족계수의 크기의 합으로 상대적 중요도(Relative Importance)를 산출하였다.

식<3> *상대적 중요도(Relative Importance)*:

$$\frac{A+O}{A+O+M+I}+\left|(-1)*\left(\frac{M+O}{A+O+M+I}\right)\right|$$

[5단계: QFD 적용]



〈Figure 3〉 House of Quality Matrix

(1) 소비자 요구조건의 가중 중요도 환산 및 우선순위 결정(Consumer Requirements)

KANO 모델을 통해 수집된 설문 데이터를 기

반으로 카테고리별로 분류된 각 소비자 요구조건(Consumer Requirements)의 상대적 중요도를 가중 중요도(Weighted Importance)로 환산한다. 이를 통해 소비자 요구조건 간의 내부적 중요도를 비교하여 우선순위를 결정한다.

(2) 경쟁사 분석 및 고객 인지도 비교(Planning Matrix)

품질의 집(House of Quality) 분석 대상이 되는 자사 제품을 선정하고 동일 시장에서 경쟁 중인 타사 제품들을 비교 대상 집합으로 지정한다. (1)에서 언급된 소비자 요구조건 목록을 평가 기준으로 삼아 대상 집합의 각 소비자 요구조건별 고객 인지도 순위를 매김으로써 어떤 제품이 각 항목에 대한 상대적 우위를 가지는지 비교 · 분석하는 지표로 활용한다. 이는 제품 개발자의 판단이 아닌 소비자의 주관적 평가인 만큼 인지도 분석에 설득력을 가진다고 볼 수 있다.

(3) 기술적 요구사항 도출(Engineering Characteristics)

(1)의 소비자 요구조건을 만족시킬 수 있는 제품 기술력을 반영하는 기술적 요구사항(Engineering Characteristics)들을 도출한다. 기술적 요구사항은 하나 이상의 소비자 요구조건에 영향을 미치거나 제품 개발 과정에 의해 고려 · 결정될 수 있는 기술적 요인들을 의미한다. 도출 과정에서 소비자 요구조건과는 달리, 기술적 요구사항은 제품이 완성된 후 정량적 측정이 가능해야 하며 제품에 대한 소비자 인식에 직접적인 영향을 주어야 한다는 것을 유의해야 한다(Cho, 2006).

(4) 소비자 요구조건과 기술적 요구사항 간 상관관계 평가(Relationship Matrix)

(1)의 소비자 요구조건들과 (3)의 기술적 요구사항들이 행과 열로 교차하는 행렬에 각 조합의 상관관계의 정도에 따라 가중치를 부여한 상관강도(Θ, O, ▲)를 표시한다. 이를 통해 소비자 요구조건과 기술적 요구사항의 관계도 설정 적합 여부를 확인할 수 있다(Cho, 2006). 이 때 상관 강도 표시 작업 중 비어있는 행이나 열의 비중이 발견될 경우 소비자 요구조건 및 기술적 요구사항의 설정이 적합한지 점검해 볼 필요가 있다.

(5) 기술적 요구사항 간 연관성 측정(Technical Correlation)

(3)의 기술적 요구사항 간 연관성의 정도에 따라 가중치를 부여한 상관 강도(++, +, -, --)를 표시하여 제품 설계 시 기술적 요구사항들의 품질 향상 가능성 및 상충관계를 파악한다. 이를 기반으로 특정 기술적 요구사항 값을 변경할 때 다른 요구사항에 미치는 영향을 예상해 볼 수 있다.

(6) 기술적 요구사항 최종 중요도 및 개발 우선순위 산출(Technical Matrix)

각 소비자 요구조건과의 상관관계를 반영하는 가중치가 부여된 기술적 요구사항들의 중요도 및 우선순위를 비교한다. (1)의 각 소비자 요구조건의 가중 중요도와 소비자 요구조건과 기술적 요구사항 간의 상관관계를 결합하여 산출되는 가중합이 높을수록 제품 설계에 있어 중요한 기술적 요구사항이라고 볼 수 있다. 이후 각 기술적 요구사항의 목표치 및 구현 난이도를 설정하고 자사 제품 및 주요 경쟁제품이 달성한 기술적 성과를 측정 및 비교함으로써 제품 개발 전략을 수립한다.

4. 사례연구: AI 기반 지능형 탈모관리 기기 개발

4.1. 지능형 탈모관리 기기

본 연구에서는 KANO-QFD 통합 모델의 실증적인 분석을 위해 메디컬 제품 중 하나로서 지능형 탈모관리 기기를 구체적인 사례로 설정하여 분석을 진행한다. 현대사회에 있어서 탈모증은 더 이상 유전적 요인으로만 인식되지 않는다. 현대문명의 기술 발전과 함께 사회적 구조가 복잡해지고 과도한 스트레스, 환경오염, 각종 질환, 무리한 다이어트, 약물복용의 남용 등으로 두피의 질환과 탈모로 인해 고충을 겪는 인구가 증가하고 있다(Han et al., 2001). 건강보험심사평가원(2020)에 따르면 지난해 탈모 진료를 받은 환자는 23만 4780명이고 이 중 20~30대가 10만 2812 명으로 44%를 차지하였으며 매년 지속적으로 증가하는 추세이다. 이러한 사회적 현상에 대한 관심은 탈모치료에 대한 수요로 이어졌고 국내 탈모 관련 시장의 급격한 성장을 유도했다. 2020년 기준 국내 탈모 시장 규모는 4조원 내외로 추산된다(So, 2019).

최근에는 직접 병원을 방문하지 않고 가정용 치료 기기를 통해 탈모 치료 효과를 기대하는 소비자들이 늘어나고 있다. 탈모관리 기기의 치료는 600~1300㎚(나노미터) 범위와 10~1000㎽(밀리와트) 강도의 레이저 광을 두피에 조사하는 저출력 레이저 치료법(LLLT, Low Level Laser Therapy)을 활용한다. 저출력 레이저와 LED 빛이 세포 속 미토콘드리아의 광수용체를 자극하면, 모낭 세포가 활성화돼 가늘어진 모발 두께가 증가하고 발모가 촉진되는 원리이다. 성장기 모발은 더 굵고 튼튼하게 하고, 휴지기에는 모낭 세포를 깨워 새로운 모발이 나올 수 있도록 유도하는 효과가 있어 탈모 치료 방법으로 활용되고 있다.

한편, 고도화된 기능을 제공하는 인공지능이 제품에 적용될 경우 제품에 대한 개념을 파괴(Concept disruption)하고, 새로운 개념의 제품을 창출할 수 있다 (Chung, 2021). 탈모 치료기기 역시 인공지능 기술에 의해 새로운 개념의 신제품으로 재탄생할 수 있다. 하지만 인공지능 기능이 적용되는 동시에 소비자 요구 조건을 잘 충족하는 제품을 개발하기 위해서는 이에 적합한 방법론이 필요하다. 본 연구는 앞서 설명한 KANO-QFD 통합 모델을 탈모관리 기기에 적용하여 구체적인 분석을 진행한다.

4.2. KANO-QFD 통합 모델을 적용한 지능형 탈모관리 기기 개발

본 연구는 KANO-QFD를 통합한 새로운 모델을 활용 총 5단계에 맞춰 인공지능 기반의 지능형 탈모관리 기기에 대한 개발 방향을 제안하고자 한다.

[1단계: 소비자 요구조건 추출]

소비자 요구조건에 대한 KANO 설문의 전단계로써, 전문가와 실제 탈모 케어 기기를 사용 중인 고객 10인에 대한 FGI(Focus Group Interview) 방식을 바탕으로 총 13개의 소비자 요구조건(Customer Requirements)을 추출해 냈으며, 이를 기기의 디자인, 편의성, 경제성, 치료, 진단 및 예측, 보고, 맞춤화 총 7개의 카테고리로 나눠 분류했다.

〈Table 4〉 List of consumer requirements for intelligent hair loss management devices

No	Category	Consumer Requirements
1	Design	Sophisticated design
2	Design	Diversity of design(color, material, etc.)
3	Convenience	Simple operation methods such as controlling through voice assistant
4	Convenience	Portability(size, weight, duration, etc.)
5	Convenience	Side effects such as skin trouble
6	Economic	Affordable(reasonable) price
7	Treatment	Treatment using laser and LED combined light energy
8	Diagnosis and prediction	Accurate diagnosis of the current hair loss situation (density, thickness, loss, etc.)
9	Diagnosis and prediction	Accurate prediction of future hair loss progress (short-term within 1 year and mid- to long-term within 5 years)
10	Report	The future hair loss and improved future after treatment are realized and viewed on a smartphone
11	Report	Proposal to prevent and manage hair loss based on the analysis
12	Customization	Customized care according to the current scalp condition and hair loss progress (Adjust the intensity of treatment for each part after scanning)
13	Customization	Individual treatment mode options customized based on personal data

[2단계: 소비자 요구조건에 대한 KANO 설문 데이터 수집]

설문지는 1) 설문 응답자에 대한 기본 인적사항, 2) 인공지능 기반의 지능형 탈모관리 기기에 대한 KANO 설문, 3) 선호하는 디바이스 형태 및 기기 조합 총 세 부분으로 구성되었다. KANO 설문에서는 <Table 2>과 같이 13개의 소비자 요구조건에 대해 각각 긍정적 질문과 부정적 질문을 제시한다.

설문조사는 탈모를 경험한 일반인 150명을 대상으로 2021년 10월 3일부터 10월 10일까지 7일 동안 온라인 방식으로 수행되었으며, 불성실한 응답을 제외하고 총 130명의 설문 데이터(86.7%)를 표본으로 활용하였다. 응답자의 인적사항과 두피 건강에 대한 인식, 선호하는 디바이스 형태 및 기기 조합에 대한 통계 결과는 <Table 5>와 같다. 전체 응답자 중 남성이 75명(57.7%), 여성이 55명(42.3%)이었고, 연령대별로는 10대가 22명(16.9%), 20대가 29명(22.3%), 30대가 22명(16.9%), 40대가 25명(19.2%), 50대 이상이 32명(24.6%)이었다. 두피 건강에 대한 자기 인식과 관련된 응답으로는 '매우 건강하다'가 8명(6.2%), '건강하다'가 31명(23.8%), '보통이다'가 50명(38.5%), '건강하지 않다'가 36명(27.7%), '매우 건강하지 않다'가 5명(3.8%)으로 나타났다. 선호하는 디바이스 형태로는 '헬멧형 디바이스'가 67명(51.5%), '정밀한 검사를 위한 검사 키트(기기)'가 30명(23.1%), '편리한 이용을 위한 스마트폰 카메라'가 33명(25.4%)

〈Table 5〉 Respondents' personal information, scalp health awareness, and preferred device types

Category		Frequency	Percentage(%)
Sex	Male	75	57.7
	Female	55	42.3
Age	Teenage	22	16.9
	20s	29	22.3
	30s	22	16.9
	40s	25	19.2
	50s and older	32	24.6
Recognition of scalp health	Very healthy	8	6.2
	Healthy	31	23.8
	Normal	50	38.5
	Bad	36	27.7
	Very bad	5	3.8
Preferred device type	Helmet-type device	67	51.5
	Inspection kit (device) for precise inspection	30	23.1
	Smartphone camera for convenient use	33	25.4
Preferreddevice combination	Helmet-type device that only treats hair loss	12	9.2
	Helmet-type device with hair loss treatment and shooting functions	42	32.3
	A separate smartphone application for shooting/analyzing interworking with a helmet-type device for treatment	75	57.7
	Smartphone application specialized for shooting/analyzing without treatment function	1	0.8

이었으며, 선호하는 기기 조합으로는 '탈모 치료 기능만 있는 헬멧형 디바이스'가 12명(9.2%), '탈모 치료 기능과 촬영 기능이 함께 탑재된 헬멧형 디바이스'가 42명(32.3%), '별도의 촬영/분석용 스마트폰 어플과 치료용 헬멧형 디바이스의 연동'이 75명(57.7%), '치료 기능 없이 촬영/분석에 특화된 스마트폰 어플'이 1명(0.8%)인 것으로 드러났다.

[3단계: KANO 설문을 통한 소비자 요구조건의 KANO 품질 요소 분류]

130명을 대상으로 <Table 4>에서 언급한 13개의 소비자 요구조건들에 대한 KANO 설문의 응답 결과를 <Table 3>의 평가이원표에 의해 매력적 품질(A), 일원적 품질(O), 당연적 품질(M), 무관심 품질(I), 역품질(R), 회의적 품질(Q) 6가지 품질 요소 중 하나로 구분하고, 최빈값을 기준으로 각 소비자 요구조건의 최종 품질 요소(KANO

〈Table 6〉 Classification of the KANO category of consumer requirements according to the KANO survey

Category	Consumer Requirements	A	I	M	O	R	Q	Kano Category
Design	Sophisticated design	54	26	13	34	0	3	**A**
	Diversity of design(color, material, etc.)	61	45	6	16	1	1	**A**
Convenience	Simple operation methods such as controlling through voice assistant	33	10	16	71	0	0	**O**
	Portability(size, weight, duration, etc.)	54	18	11	47	0	0	**A**
	Side effects such as skin trouble	11	3	32	82	0	2	**O**
Economic	Affordable(reasonable) price	48	10	4	67	0	1	**O**
Treatment	Treatment using laser and LED combined light energy	65	27	4	32	1	1	**A**
Diagnosis and prediction	Accurate diagnosis of the current hair loss situation (density, thickness, loss, etc.)	45	8	5	71	0	1	**O**
	Accurate prediction of future hair loss progress(short-term within 1 year and mid- to long-term within 5 years)	67	9	2	50	1	1	**A**
Report	The future hair loss and improved future after treatment are realized and viewed on a smartphone	70	20	2	36	1	1	**A**
	Proposal to prevent and manage hair loss based on the analysis	66	9	4	50	0	1	**A**
Customization	Customized care according to the current scalp condition and hair loss progress (Adjust the intensity of treatment for each part after scanning)	58	8	7	55	0	2	**A**
	Individual treatment mode options customized based on personal data	67	8	3	50	1	1	**A**
A(Attractive), I(Indifferent), M(Must-Be), O(One-Dimensional), R(Reverse), Q (Questionable)								

Category)를 분류하였다. 분류된 내용은 아래의 <Table 6>와 같다.

<Table 6>의 분석 결과를 살펴보면, 매력적 품질(A)에는 세련된 디자인, 디자인 다양성, 휴대성, 레이저와 LED 복합 빛 에너지를 이용한 치료 기능, 미래 탈모 진행 상황에 대한 정확한 예측, 미래 탈모 모습 및 치료 후 개선된 미래 모습을 실물화하여 스마트폰으로 보고, 분석에 기반하여 탈모 예방 및 관리 방안을 제안, 현재 두피 상태 및 탈모 진행 상황에 따른 맞춤형 케어, 공동 이용 시 개인 데이터를 기반으로 맞춤화된 개인별 치료모드 옵션이 해당된다. 이를 통해 '탈모 치료' 라는 인식 및 높은 선호도를 차지했던 헬멧 형태를 감안할 수 있는 디자인적 요소가 매력적 품질로써 요구되었음을 알 수 있으며, 미래 탈모 진행에 대한 예측 기능과 개인 맞춤화 서비스가 매력적 품질로써 작용하는 것으로 나타났다.

한편, 일원적 품질(O)로는 간단한 조작 방법, 제품의 견고성 및 수명, A/S 보장 및 고객문의 해결, 장기 착용 시 피부 트러블 등 부작용 유무, 저렴한(합리적인) 가격, 현재 탈모 상황(밀도, 굵기, 빠짐 등)에 대한 정확한 진단이 해당되는 것으로 드러났다. 기기의 편의성이 보장되거나 가격이 저렴할수록 또는 현재 탈모 상황에 대한 진단이

<Table 7> Customer satisfaction coefficient, dissatisfaction coefficient, and relative importance

Rank	Consumer Requirements	Kano Category	CSC	CDC	Relative Importance
1	Side effects such as skin trouble	O	0.726	-0.890	1.617
2	Accurate diagnosis of the current hair loss situation (density, thickness, loss, etc.)	O	0.899	-0.589	1.488
3	Simple operation methods such as controlling through voice assistant	O	0.8	-0.669	1.469
4	Affordable(reasonable) price	O	0.891	-0.550	1.441
5	Customized care according to the current scalp condition and hair loss progress(Adjust the intensity of treatment for each part after scanning)	A	0.882	-0.484	1.367
6	Proposal to prevent and manage hair loss based on the analysis	A	0.899	-0.41	1.317
7	Individual treatment mode options customized based on personal data	A	0.899	-0.40	1.302
8	Accurate prediction of future hair loss progress(short-term within 1 year and mid- to long-term within 5 years)	A	0.899	-0.395	1.294
9	Portability(size, weight, duration, etc.)	A	0.776	-0.446	1.223
10	The future hair loss and improved future after treatment are realized and viewed on a smartphone	A	0.813	-0.286	1.100
11	Sophisticated design	A	0.692	-0.370	1.062
12	Treatment using laser and LED combined light energy	A	0.744	-0.271	1.01
13	Diversity of design(color, material, etc.)	A	0.589	-0.162	0.751

정확할수록 고객 만족도는 증대되고 그렇지 않을수록 불만이 증폭된다.

[4단계: 고객 만족계수와 고객 불만족계수 계산 및 상대적 중요도 산출]

본 연구에서는 각 소비자 요구조건이 고객 만족 및 불만족에 직접적으로 미치는 영향의 정도를 파악하기 위해 <식 1>과 <식 2>에 따라 항목별 고객 만족계수(CSC)와 고객 불만족계수(CDC)를 측정하고, 두 계수의 절댓값을 더한 상대적 중요도(Relative Importance)를 산출하였다. 상대적 중요도가 높은 순서대로 소비자 요구조건을 표로 나타내면 다음 <Table 7>과 같다.

[5단계: QFD 적용]

(1) 소비자 요구조건의 가중 중요도 환산 및 우선순위 결정(Consumer Requirements)

KANO 모델을 통해 수집된 설문 데이터를 기반으로 카테고리별로 분류된 총 13개의 소비자 요구조건(Consumer Requirements)의 상대적 중요도를 가중 중요도(Weighted Importance)로 환산함으로써 소비자 요구조건 간의 내부적 중요도를 비교하고 우선순위를 결정하였다.

(2) 경쟁사 분석 및 고객 인지도 비교(Planning Matrix)

본 연구에서는 ‘LG 전자(Pra.L 메디헤어)’를 본사로 삼고 ‘셀리턴(헤어 알파레이)’, ‘라피타(리치헤어 LED 빔)’, ‘TS(토파 헤어리턴 LED)’, ‘원텍

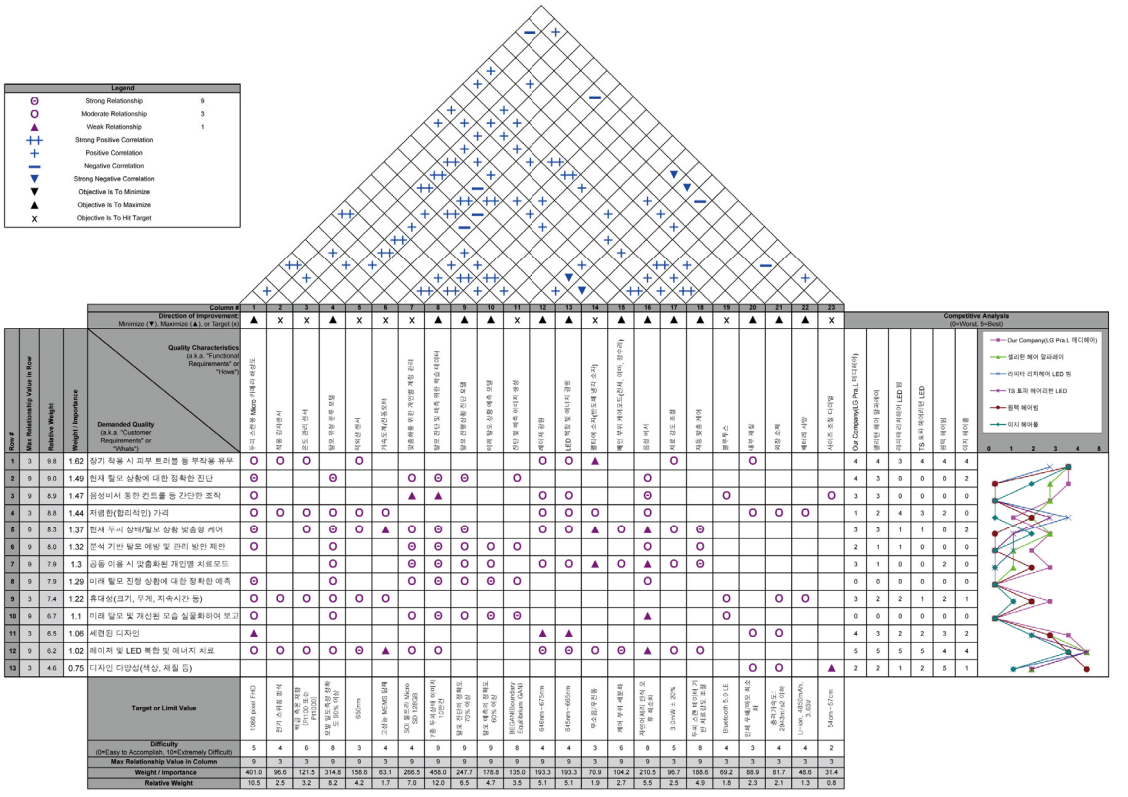
〈Table 8〉 Engineering Characteristics

Category	Engineering Characteristics
Sensor	Micro camera resolution for scalp scanning
	Wearing sensor
	Temperature management sensor
	Infrared sensor
	Accelerometer/Vibration Motor
Modeling	Individual account management for customization
	Learning data for diagnosis and prediction of hair loss
	Hair loss type classification model
	A diagnostic model for hair loss progress
	A prediction model for future hair loss
	Diagnosis and prediction image generation
Treatment	Laser light source
	LED combined light energy light source
	Peltier semiconductor (cooling element)
	Main part care mode (total, top, forehead)
Control	Voice secretary
	Control the intensity of treatment
	Automatic customized care
	Bluetooth
etc.	Inside material
	Exterior material
	Battery capacity
	Size adjustment dial

(헤어빔)', '이지 헤어풀' 을 경쟁사들로 지정하여 각 소비자 요구조건별 자사 제품과 경쟁사 제품의 경쟁 지표를 5점 리커트 척도로 측정하여 고객 인지도를 비교하였다.

(3) 기술적 요구사항 도출(Engineering Characteristics)

인공지능 기반의 지능형 탈모관리 기기에 대한 13개의 소비자 요구조건을 구현하기 위한 기술적 요구사항(Engineering Characteristics)은 다음 <Table 8>과 같다. 센서, 모델링, 치료, 컨트롤, 기타 특성과 관련하여 총 23개의 기술적 요구사항을 제시하였다.



〈Figure 4〉 QFD Matrix (House of Quality)

(4) 소비자 요구조건과 기술적 요구사항 간 상관관계 평가(Relationship Matrix)

각 소비자 요구조건과 기술적 요구사항 조합의 상관관계의 정도에 따라 가중치를 나타낼 수 있는 상관 강도(Θ, O, ▲)를 표시한다. 상관관계가 높을 경우 Θ(9점)를, 보통일 경우 O(3점)를, 낮을 경우 ▲(1점)를 부여하고, 상관관계가 없거나 희박한 경우 가중치를 부여하지 않고 공란으로 기록하였다.

(5) 기술적 요구사항 간 연관성 측정(Technical Correlation)

기술적 요구사항 간 연관성의 정도에 따라 가중치를 부여한 상관 강도(++, +, -, --)를 표시한다. 매우 강한 수준의 긍정적 연관성을 가질 경우 ++를, 보통 수준의 긍정적 연관성을 가질 경우 +를, 보통 수준의 부정적 연관성을 가질 경우 -를, 매우 강한 수준의 부정적 연관성을 가질 경우 --를 부여하고, 그 외 연관성이 없거나 희박한 경우 가중치를 부여하지 않고 공란으로 기록하였다.

(6) 기술적 요구사항 최종 중요도 및 개발 우선순위 산출(Technical Matrix)

(1)의 소비자 요구조건의 가중 중요도와 (4)의 소비자 요구조건과 기술적 요구사항 간의 상관관계를 결합하여 가중합을 산출하였다. 이후 각 기

〈Table 9〉 Final importance and priority of Engineering Characteristics

Category	Engineering Characteristics	Final Importance	Priority
Modeling	Learning data for diagnosis and prediction of hair loss	458.0	1
Sensor	Micro camera resolution for scalp scanning	401.0	2
Modeling	Hair loss type classification model	314.8	3
Modeling	Individual account management for customization	266.5	4
Modeling	A diagnostic model for hair loss progress	247.7	5
Control	Voice secretary	210.5	6
Treatment	Laser light source	193.3	7
Treatment	LED combined light energy light source	193.3	7
Control	Automatic customized care	188.6	8
Modeling	A prediction model for future hair loss	178.8	9
Sensor	Infrared sensor	158.6	10
Modeling	Diagnosis and prediction image generation	135.0	11
Sensor	Temperature management sensor	121.5	12
Treatment	Main part care mode (total, top, forehead)	104.2	13
Control	Control the intensity of treatment	96.7	14
Sensor	Wearing sensor	96.6	15
etc.	Inside material	88.9	16
etc.	Exterior material	81.7	17
Treatment	Peltier semiconductor(cooling element)	70.9	18
Control	Bluetooth	69.2	19
Sensor	Accelerometer/Vibration Motor	63.1	20
etc.	Battery capacity	48.6	21
etc.	Size adjustment dial	31.4	22

술적 요구사항의 목표치 및 구현 난이도를 설정함으로써 기술적 요구사항들의 최종 중요도 및 우선순위를 도출하였다.

위 6가지의 단계적 과정에 따라 <Table 7>의 13개의 소비자 요구조건 및 각 상대적 중요도와 <Table 8>의 23개의 기술적 요구사항을 기반으로 QFD의 품질의 집(House of Quality)을 구축한 결과는 <Figure 4>과 같다.

<Table 9>을 통해 알 수 있듯, 인공지능 기반의 지능형 탈모관리 기기 개발에 있어 탈모 진단 및 예측을 위한 학습 데이터가 가장 중요한 우선순위로 나타났다. 인공지능 기반 제품의 기능은 데이터 학습에 기반한 모델링을 통해 구현된다 (Bughin et al., 2018). 모델링은 머신러닝 등 알고리즘을 기반으로 데이터 학습을 통해 특정한 기능을 구현하도록 하는 일련의 과정을 의미하며,

일반적으로 데이터 확보 및 준비, 알고리즘 선정, 모델 훈련, 모델 평가, 모델 개선 등의 과정을 거친다(Choudhury, Allen, and Endres, 2021; Chung, 2021). 이는 인공지능의 기능 구현에 있어서 양질의 데이터 확보가 중요함을 의미하며, 데이터 기반의 모델 학습이 원활할 수록 보다 높은 성능을 획득하는 것이 가능해진다는 점을 제품개발 과정에서 고려해야 한다. 따라서 학습 데이터는 기기의 탈모 진단 및 예측뿐만 아니라 맞춤화된 케어, 탈모 예방 및 관리 방안 제안, 실물화된 이미지 생성 등을 수행하기 위해 가장 기본적인 요소이자 최우선으로 충족되어야 하는 조건이다. 인공지능 기반 기능 구현을 위해 사용하게 되는 데이터에는 학습 데이터 외에도 제품 외관 데이터, 제품 구성 데이터, 설계 매개변수 데이터 등이 포함된다.

다음으로는 두피 스캔용 Micro 카메라의 해상도와 탈모 유형 분류 모델의 성능이 중요한 기술적 요구사항으로 도출되었다. 이는 양질의 데이터 수집을 위한 하드웨어적 요건과 데이터 학습·분석을 위한 알고리즘 기반 모델링을 비롯한 소프트웨어적 요건이 동시에 수반되어야 함을 명시한다.

5. 결론

일반적으로 AI와 같은 급진적 기술(Radical technology)에 기반한 제품 개발은 기술 밀어넣기(Technology-push) 방식으로 진행되는 경향이 있다(Chung, 2021; Roy and Sarkar, 2016). 이로 인해 많은 AI 제품들은우수한 기술을 적용했음에도 불구하고 잠재적 고객의 니즈를 간과하여 시장에서 실패하는 일이 잦은 게 현실이다. 혁신적인 지능형 제품 개발을 위해서는 결국 기술적 구현의 완성도와 함께 시장 수용성까지 고려하여 소비자의 요구조건이 제품 개발 시 충분히 반영될 수 있는 방법론을 채택해야 한다.

본 연구에서는 AI 기반의 지능형 메디컬 제품 개발을 성공적으로 진행하는 데 적용할 수 있는 KANO-QFD 결합모델 기반의 방법론을 제안했다. 메디컬 제품에 대한 소비자 요구조건의 중요도와 이를 구현하기 위한 기술적 요구사항 간의 상관관계를 반영하여 제품 개발 우선순위를 제시하는 접근을 제시했다. 이는 AI의 기술적 가능성과 시장의 수용성을 동시에 고려하기 때문에 AI 경쟁 시장에서 차별화를 실현하는 데 적절한 방법이라고 볼 수 있다.

특별히 본 연구는 실증적 분석을 위한 구체적인 사례로써 지능형 탈모관리 기기 개발에 적용했다. KANO 모델 분석 결과에 따르면, 현재 탈모 상황에 대한 정확한 진단, 미래 탈모 진행 상황에 대한 정확한 예측, 탈모 예방 및 관리 방안을 제안 등 AI 기반의 지능형 기능은 제품에 대한 소비자의 수용성을 높이는 매력적 요인으로 꼽혔고, 고객 만족계수 측면에서 최상위 조건으로 나타났다. 탈모관리 기기의 마케팅 효과와 판매 실적을 높이는 데 있어서 이러한 속성이 매우 중요함을 시사한다.

한편, 고객 불만족계수를 함께 고려한 상대적 중요도 지표에서는 피부 트러블 등 부작용 유무, 간단한 조작 방법, 합리적인 가격 등이 중요 요건으로 꼽혔다. 이는 위 소비자 요구조건들이 기본적으로 구현되지 않으면 기존 고객들의 이탈 가능성을 증가시키며 잠재적 고객 유입을 방해하는 요인으로 작용함을 나타낸다.

이러한 KANO 모델을 통해 도출된 결과를 바탕으로 QFD 분석한 결과, 소비자 요구조건의 상

대적 중요도가 높은 요건을 충족하기 위해서는 탈모 진단 및 예측 위한 학습 데이터 확보, 두피 스캔용 Micro 카메라 해상도 충족, 탈모 유형 분류 모델 개발, 음성비서와의 연동이 갖춰져야 함을 제시했다. 이러한 결과는 시장 수용성 높은 AI 기반 지능형 제품을 개발하는 데 있어서 중요한 기술적 요건이 무엇인지를 판단하게 해주는 중요한 자료가 된다.

이 연구는 몇가지 측면에서 기여점을 갖는다. 무엇보다 AI 기반 지능형 제품의 개발이 확대되는 상황이지만 이에 대한 적절한 방법론이 존재하지 않는 상황에서 이 연구는 신제품 개발에 대한 구체적인 대안을 제시했다. 특별히 현대인들의 뷰티 및 헬스케어 시장 규모는 앞으로 더욱 커지고 있으며, AI의 기술적 기능이 이 분야의 제품을 고도화할 것으로 전망되는 바, 지능형 메디컬 제품 개발에 대한 구체적인 방법을 제시하는 것은 현 시점에서 유용한 시도라고 볼 수 있다. 이를 통해 메디컬 기기를 개발하고자 하는 기업들이 시장성 높은 AI 기반 제품을 개발하는 데 참고할 수 있는 유용한 가이드라인을 제공한다는 점에서 의의를 지닌다.

또한 이 연구는 AI 기반 신제품 개발에 적용할 수 있는 KANO-QFD 결합의 우수한 방법론을 제안했다는 점에서도 기여하는 바가 크다. 기존의 신제품 개발 방법론으로 많이 사용되는 KANO 모델은 고객 요구속성들의 종류를 구체적으로 파악하는 장점이 있지만, 개발 우선순위를 객관적으로 파악하기 어려우며, 구체적인 구현 방안에 대해서는 인사이트를 얻지 못하는 한계를 갖는다. 본 연구에서는 KANO 분석을 통해 도출한 고객 요구조건 결과를 QFD 분석과 결합했다. 이를 통해 지능형 신제품 개발에 있어 소비자 요구조건을 구현하기 위한 기술적 개발 방향까지 구체적으로 도출했기 때문에, 시장의 요구조건에 대하여 실현 가능성을 높이는 우수한 접근이라고 볼 수 있다.

한편, 이 연구는 탈모관리 기기 개발의 사례를 들어 시장성 높은 제품 개발 방안을 구체적으로 제시했다. 본 연구에서 제시한 분석 결과에 따라 지능형 탈모관리 기기를 개발하는 기업들은 기기의 탈모 진단 및 예측 정확도 향상과 맞춤화된 케어, 탈모 예방 및 관리 방안 제안, 실물화된 이미지 생성 등 AI의 차별화된 기능 구현을 위해 학습 데이터의 확보를 최우선으로 해야 한다. 또한 높은 우선순위를 차지했던 두피 스캔용 Micro 카메라 및 탈모 유형 분류 모델과 같이 양질의 데이터 수집을 위한 하드웨어적 요건과 데이터 학습 · 분석을 위한 알고리즘 기반 모델링을 비롯한 소프트웨어적 요건이 동시에 충족될 때 비로소 소비자의 잠재적인 니즈를 만족시킬 수 있을 것이다.

이 연구에서는 지능형 제품의 핵심 기능을 구현하기 위한 데이터 학습 방법 및 모델링 방법을 구체적으로 제시하지는 못했다. 이는 연구의 범위에서 벗어나는 것일뿐만 아니라 보다 심층적 문헌 및 방법론 연구가 수반되어야 한다. 이 연구에서 제시한 지능형 메디컬 제품 개발 방향을 모델링 관점에서 어떻게 효율적으로 구현할 것인지에 대한 연구가 향후 진행된다면 이 연구의 결론을 보다 구체화 한다는 점에서 의미가 있을 것으로 기대한다. 이 연구에서 제시한 인사이트가 향후 AI 기반 제품 개발을 촉진시키는 발판이 되기를 희망한다.

참고문헌(References)

Ahn, S. H., W. Cho, and D. H. Chung, *Factors Affecting Users to Adopt Voice Shopping: Influence of virtual assistant attributes including transaction safe,* Korea Technology Innovation Society, 2019.

Atlason R. S., Stefansson A. S., Wietz M., and Giacalone D. "A rapid Kano-based approach to identify optimal user segments" *Research in engineering design,* Vol.29, No.2(2018), 459~467.

Byun, D. H. "An Exploratory Study on Kano`s Quality Attributes of Artificial Intelligent Assistant" *Global e-Business Association,* Vol.18, No.4(2017), 167~178.

Cho, D. K., D. S. Lee, and S. Y. Park, *Design of Self-diagnosis hair loss management solution using smartphone and embedded systems,* Korean Institute of Information Scientists and Engineers, 2018.

Cho, H. L. and H. J. Jang, "Comparison between the QFD and the Kano-QFD Models for Identification of Customer Requirements and Management Factors within the Organization on the Powder Porridge Product for Baby" *The Korean Society of Food Science and nutrition,* Vol.50, No.6(2021), 625~635.

Cho, T. Y., *Determination of the CTQ of Digital Camera Integrating Kano model & AHP,* Korea Safety Management & Science, 2010.

Cho, Y. J., K. S. Sohn and O. B. Kwon, "Comparison of Models for Stock Price Prediction Based on Keyword Search Volume According to the Social Acceptance of Artificial Intelligence" *Jounal of Intelligence and Information Systems,* Vol.27, No.1(2021), 103~128.

Choi, J. K. and S. M. Seong, "A Study on Product Design Development of Intraoral Camera for Self-diagnosis and Telemedicine" *Journal of Integrated Design Research,* Vol.17, No.3 (2018), 45~56.

Chung, D. H., *Technological Insight in the era of Technological Revolution,* Chunglim, Seoul, 2020.

Chung, D. H., "Ambidexterity Strategy to Respond in a Disruptive Environment an Interview with Charles O'Reilly" *Korean Corporation Management Review,* Vol.28, No.1(2021), 131~145.

Fecir D. and Mustafa T., "Design and Implementation of an Intelligent Ultrasonic Cleaning Device" *Intelligent Automation & Soft Computing,* Vol.25, No.3(2019), 441~450.

Gangurde S. R.and Patil S. S., "Benchmark product features using the Kano-QFD approach: a case study" Benchmarking: An International Journal, Vol.25, No.2(2018), 450~470.

Han, C. H. et al., *Design of laboratory heat-resistant gloves using House of Quality in method of QFD,* Korean Association of Human Ecology, 2019.

Hogstrom C, Rosner M, and Gustafsson A., "How to create attractive and unique customer experiences: An application of Kano's theory of attractive quality to recreational tourism" *Marketing intelligence & planning,* Vol.28, No.4(2010), 385~402.

Ilbahar E. and Cebi S. "Classification of design parameters for E-commerce websites: A novel fuzzy Kano approach" *Telematics and Informatics,* Vol.34, No.8(2017), 1814~1825.

Jang, B. K. and K. N. Park, *A longitudinal study on the weight change of e-service quality factors by Korean Wave viewpoint using QFD,* Korean Intelligent Information Systems Society, 2015.

Jeong, M. E. and J. Y. Song, "A Study on the Strategy of IOT Industry Development in the 4th Industrial Revolution: Focusing on the direction of business model innovation" *Journal of Intelligence and Information Systems,* Vol.25, No.2(2019), 57~75.

Kawane Y. "Applying QFD Method to Software Development" *ANNUAL INTERNATIONAL QFD SYMPOSIUM,* Vol.3, No.-(1997), 51~60.

Kim, J. W et al., *Development of Smart Product, DUET using SQFD and Storytelling,* Human Computer Interaction, 2016.

Kwak, C. J. "A Study on Quality Improvement of Untact Services with an Emphasis on Website Services" *Korean Industrial Economic Association,* Vol.33, No.3(2020), 817~831.

Lee, J. S., *A Study on the Improvement of Design Quality of Beauty Health Functional Foods Using the Kano-QFD Model,* Industrial Engineering & Management System, 2017.

Moon, K. Y. and N. H. Kim, "Derivation of Weights for Customer Requirements Attribute in Kano-QFD Integration Model" *Society of Korea Industrial and Systems Engineering,* Vol.37, No.1(2014), 68~78.

Park, H. S. and D. M. Ock, "Ergonomic analysis and Design of an Axilla Crutch Through QFD and Discomfort Experiments" *Ergonomics Society of Korea,* Vol.27, No.4(2008), 103~108.

Sauerwein, E. et al., The Kano Model: How to Delight Your Customers. International Working Seminar on Production Economics, 1996.

Seo, Y. Y., H. Y. Lee, and Y. T. Park, *Generation of ew Product-Service Concepts Using QFD-based Conjoint Analysis,* Industrial Engineering & Management Systems, 2008.

Seong, J. S., D. S. Kang, C. Y. Song, and D. K. Baek, "A Design of Process for Requirements Prioritization" *Korean Institute of Information Scientists and Engineers,* Vol.35, No.1(2008), 13~18.

Song, I. C., D. H. Hwang, and S. H. Lee, "CTQ derived using the new Module device convergence and QFD can be mounted on the dominance Products: Focusing on the sparkling water purifier Case" *The Society of Digital Policy & Management,* Vol.13, No.5 (2015), 195~204.

Song, Y. K., J. W. Lee, and C. H. Han, "An Analysis of Service Robot Quality Attributes through the Kano Model and Decision Tree:Financial Service Robot for Introduction to Bank Branches", *Korea Society of it Services,* Vol.20, No.2(2021), 111~126.

Sung, T. E et al., "A study on Intelligent Value Chain Network System based on Firms Information" *Journal of Intelligence and Information Systems* Vol.24, No.2(2018), 67~88.

Susumago M., Ono T. and Sato K. *A Flexible and Robust Production System against Changes in the Manufacturing Environment —Improving Operation with Yokogawa's AI Products—,* YOKOGAWA TECHNICAL REPORT -ENGLISH EDITION-, Vol.63, No.1(2020), 37~44.

Tontini, G. "Integrating the Kano model and QFD for designing new products" *Total Quality Management,* Vol.18, No.6(2007), 599~612.

Yang, S. M., J. S. Yoon, and D. H. Chung, "Machine Learning for Predicting Entrepreneurial Innovativeness" *Asia-Pacific Journal of Business Venturing and Entrepreneurship,* Vol.16, No.3 (2021), 73~86.

Abstract

A Study on the Development Methodology of Intelligent Medical Devices Utilizing KANO-QFD Model

Yechan Kim* · Kwangeun Choi** · Doohee Chung***

With the launch of Artificial Intelligence(AI)-based intelligent products on the market, innovative changes are taking place not only in business but also in consumers' daily lives. Intelligent products have the potential to realize technology differentiation and increase market competitiveness through advanced functions of artificial intelligence. However, there is no new product development methodology that can sufficiently reflect the characteristics of artificial intelligence for the purpose of developing intelligent products with high market acceptance. This study proposes a KANO-QFD integrated model as a methodology for intelligent product development. As a specific example of the empirical analysis, the types of consumer requirements for hair loss prediction and treatment device were classified, and the relative importance and priority of engineering characteristics were derived to suggest the direction of intelligent medical product development. As a result of a survey of 130 consumers, accurate prediction of future hair loss progress, future hair loss and improved future after treatment realized and viewed on a smartphone, sophisticated design, and treatment using laser and LED combined light energy were realized as attractive quality factors among the KANO categories. As a result of the analysis based on House of Quality of QFD, learning data for hair loss diagnosis and prediction, micro camera resolution for scalp scan, hair loss type classification model, customized personal account management, and hair loss progress diagnosis model were derived. This study is significant in that it presented directions for the development of artificial intelligence-based intelligent medical product that were not previously preceded.

* School of Management and Economics, Handong Global University
** School of Management and Economics, Handong Global University
*** Corresponding author: Doohee Chung
School of Global Entrepreneurship and ICT, Handong Global University
558 Handong-ro, Buk-gu, Gyung-buk, 37554, South korea
Tel: +82-54-260-1510(Office), *** - **** - **** E-mail: profchung@handong.edu

Key Words : Artificial Intelligence, Intelligent Medical Products, KANO, QFD, Prediction for hair loss

Received : December 1, 2021 Revised : December 28, 2021 Accepted : January 3, 2022
Corresponding Author : Doohee Chung

저 자 소 개

김 예 찬
한동대학교 경영경제학부 경영학 및 ICT창업학부 ICT 융합을 전공하는 학부생이다. 주요 관심분야는 기술혁신과 비즈니스 응용, MIS(Management Information System), 빅데이터 분석, AI 기반 신제품 개발 등이다.

최 광 은
한동대학교 경영경제학부 경영학 학부생이다. 주요 관심분야는 AI기반 신제품 개발, 비즈니스 애널리틱스 등이다.

정 두 희
현재 한동대학교 ICT창업학부 조교수로 재직 중이다. 서울대학교 기술경영경제정책 협동과정에서 박사학위를 취득했으며, 연구 분야는 AI 기반 신제품 개발, 머신러닝 예측모델, 기술혁신 전략 등이다.