

# 사용자 체형 및 매트리스 경험을 고려한 적정 유형 매트리스 추천 모델 개발

이기현<sup>1</sup> · 이경화<sup>2</sup> · 장준기<sup>2</sup> · 이인수<sup>3</sup> · 김다스란<sup>3</sup> · 이주연<sup>3</sup> · 윤정민<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>한국생산기술연구원 / <sup>2</sup>NSB해광침대 / <sup>3</sup>아주대학교 산업공학과

## Development of an Optimal Mattress Recommendation Model Considering User Body Shape and Mattress Experience

G. H. Lee<sup>1</sup> · K. H. Lee<sup>2</sup> · J. G. Jang<sup>2</sup> · I. S. Lee<sup>3</sup> · Dasran Kim<sup>3</sup> · J. Y. Lee<sup>3</sup> · J. M. Yun<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Korea Institute of Industrial Technology

<sup>2</sup>NSBHaekwangBed

<sup>3</sup>Department of Industrial Engineering, Ajou University

This study aimed to develop a recommendation model for selecting the optimal type of mattress by simultaneously considering users' body shapes and mattress usage experiences, thereby contributing to improved sleep quality. An experiment was conducted with 176 adults who had more than five years of mattress usage experience. The experiment was designed to derive priority rankings for eight different mattress types based on user body characteristics and mattress usage experiences. Machine learning algorithms including Decision Tree, Random Forest, XGBoost, and LightGBM were employed to build the recommendation model, and its performance was evaluated using the NDCG. The results showed that the XGBoost model achieved the highest performance (NDCG@1 = 0.7139) after relabeling. Although this performance is not exceptionally high in absolute terms compared to previous similar studies, it demonstrates meaningful efficacy as a personalized recommendation model in practical mattress selection scenarios. These findings highlight the importance of an integrated approach combining physical and experiential factors and are expected to serve as foundational data for developing personalized recommendation systems in the mattress industry.

**Keywords:** Mattress, UX, Personal, Recommendation, Machine Learning

### 1. 서론

수면은 인간이 신체적 및 정신적 건강을 유지하기 위해 필수적으로 충족해야 하는 기본 요구 사항 중 하나이다(Eun and Cha, 2010; Chae, 2007). 충분한 휴식을 통해 뇌는 정보를 처리하고 기억을 강화하며 성장 호르몬 분비를 촉진한다(Moreau et al., 2013). 또한 수면은 일상의 스트레스를 처리하고 신경 시

스템을 회복시키며 기억력과 학습 능력을 향상시키고 우울증, 불안, 스트레스 같은 정신적 문제를 완화하는 데 중요한 역할을 한다(Werf et al., 2009). 이러한 수면의 질을 결정짓는 핵심 요소 중 하나는 매트리스이다. 매트리스는 수면 중 제공되는 편안함과 안락함을 통해 개인의 삶의 질에 상당한 영향을 미친다(Chun, 2015).

입식 문화는 서양을 중심으로 발전했으며 매트리스 개발 또

이 논문은 산업통상자원부와 한국산업기술진흥원의 “산업융합기반구축사업(스마트 안전분야 융합신제품 및 서비스실증 리빙랩 기반구축)”(과제번호 N0002430)의 지원을 받아 수행되었음. 이 연구는 공용기관생명윤리위원회(IRB)의 연구승인 승인을 받아 진행되었음(관리번호: 2020-2108-010).

\* 연락저자 : 윤정민 수석연구원, 15588 경기도 안산시 상록구 향가울로 143 융복합동 2층, Tel : 031-8040-6793, Fax : 031-8040-6780,

E-mail : jmyun@kitech.re.kr

2024년 7월 22일 접수; 2025년 3월 10일 수정본 접수; 2025년 6월 24일 게재 확정.

한 서양인의 문화와 체형을 바탕으로 이루어져 왔다. 전통적으로 한국은 온돌 문화를 바탕으로 한 좌식 생활을 해왔지만 최근 들어 입식 생활로의 전환이 빠르게 이루어지고 있다. 이에 따라 매트리스 개발 시 한국인의 체형과 생활 환경을 고려할 필요성이 커지고 있다. 기존 매트리스는 주로 서양인의 체형과 생활 환경에 맞춰 개발되어 한국인에게 최적화되지 않을 가능성이 있다. 예를 들어 한국인은 온돌 문화의 영향으로 경도가 높은 매트리스를 선호하는 경향이 있으며 서양에서는 주로 공기를 데우는 라디에이터 시스템을 활용하는 반면 한국에서는 전기장판과 같이 열을 피부에 직접 전달하는 방식을 선호한다(Lee and Lee, 2005). 이러한 차이는 매트리스 소재 선택에서도 중요한 고려 요소가 되며(Lee, 2011) 전기장판 사용 시 발열의 안전성 또한 중요한 요소로 작용한다. 또한 서양인은 동양인보다 골반이 넓고 둔부가 더 발달되어 있어 허리와 엉덩이 사이 간격이 넓기 때문에 매트리스의 지지력과 무게 분산 방식에 영향을 미칠 수 있다(Kang, 1993). 따라서 한국인의 체형과 생활 방식을 고려한 매트리스 연구가 중요하며, 이는 사용자 맞춤형 매트리스 추천 모델 개발의 필요성을 부각시킨다. 이를 통해 사용자에게 최적화된 수면 환경을 제공하고, 전반적인 삶의 질을 향상시킬 수 있을 것이다.

한국인의 체형과 생활 방식을 고려한 매트리스 연구의 중요성이 부각됨에 따라, 본 연구의 목표는 사용자의 체형과 경험적 특성을 반영해 최적의 맞춤형 매트리스를 추천할 수 있는 모델을 개발하는 것이다. 이를 위해 사용성 평가 결과 데이터를 기반으로 머신러닝 기법을 활용해 적절한 매트리스 유형을 추천하고자 한다. 본 연구를 통해 사용자의 체형과 특성을 반영한 개인화 맞춤형 매트리스 선택이 가능해짐으로써 수면과 연관된 매트리스의 만족도를 높이고 전반적인 삶의 질을 향상시키는 것을 목표로 한다.

## 2. 관련 연구

본 연구는 사용자의 체형 및 매트리스 사용 경험을 기반으로 개인에게 적합한 매트리스 유형을 추천하는 것을 목표로 한다. 매트리스의 적합성은 일상생활의 건강에 직접적인 영향을 미치므로, 사용자에게 최적의 매트리스를 제안하는 것이 중요하다(Rofi and Wiraan, 2023). 이를 위해 선행연구를 바탕으로 사용자 체형, 매트리스 사용 경험, 수면 습관과 매트리스 유형에 따른 만족도를 평가하고 이러한 데이터를 활용해 개인 맞춤형 매트리스 추천 모델을 개발하고자 한다.

체형별 적정 매트리스를 도출하기 위한 연구는 사용자의 신체적 특성과 매트리스 간의 적합성에 중점을 둔다. Denninger *et al.*(2011)은 척추 곡률 및 체중 부하를 고려해 맞춤형 매트리스를 개발하였으며 Oh *et al.*(2013)은 기숙사에 거주하는 여대생들을 대상으로 신체 특성을 반영한 인간공학적 매트리스 추천 연구를 수행하였다. 또한 Ko and Cho(2011)은 MRI 의료 정

보를 활용해 인체의 배면부 형상을 분석하고 이를 반영한 매트리스를 개발하는 연구를 진행하였다.

경험적 특성을 고려한 매트리스 추천 연구는 사용자의 수면 습관, 선호도 및 경험을 매트리스 추천의 기준으로 삼는다. Kim and Jung(2018)은 라텍스, 메모리 폼, 다경도 폴리우레탄 매트리스의 종류에 따른 주관적 편안함 비교 연구를 수행하였으며, Park *et al.*(2009)은 매트리스 소재와 사용자의 연령, 수면 자세 등 만족도에 미치는 영향을 조사했다. Choi *et al.*(2016)은 일판스프링 매트리스에 비교하여 지지력 등을 향상시킨 컨투어 코일 매트리스가 주관적 및 객관적인 수면의 질을 향상시킬 수 있는지에 대한 비교 연구를 수행했으며, Yu *et al.*(2009)은 매트리스 강도에 따른 심리생리적 지표와 주관적 만족도 비교 연구를 수행했다.

기존의 사용성 평가 연구들은 주로 사용자의 체형적 특성 또는 경험적 특성 중 하나에 초점을 맞추어 연구를 진행해왔다. 체형별 적정 매트리스 도출을 위한 연구에서는 사용자의 경험적 특성을 충분히 반영하지 못했으며 반대로 경험적 특성을 고려한 매트리스 추천 연구에서는 체형적 특성을 종합적으로 고려하지 않았다. 따라서 본 연구에서는 사용자의 체형뿐만 아니라 경험적 특성까지 포괄적으로 고려하여 사용자에게 적정 유형의 매트리스를 추천하는 모델의 개발을 제안하고자 한다.

기존의 매트리스 추천 모델과 관련하여 Rofi and Wirawan(2023)은 가중치 합산법을 이용해 사용자 선호도, 가격, 품질 등의 다양한 기준을 종합적으로 평가 후 최적의 매트리스를 추천하는 알고리즘을 개발하였다. Palmero *et al.*(2017)은 RGB, 깊이 정보를 활용해 맞춤형 매트리스를 추천하는 알고리즘을 개발하였다. 이러한 연구들은 사용자의 체형, 생체 데이터나 매트리스 사용 경험 데이터를 통해 매트리스 추천 알고리즘 활용이 가능함을 시사한다.

매트리스 추천 모델 개발을 위해서는 사용자 체형 및 매트리스 사용경험의 다변량 데이터를 효율적으로 처리할 수 있는 알고리즘에 대한 검토가 필요하다. 이를 위해 기존의 다양한 추천 알고리즘을 분석하고 본 연구에 적합한 방법을 검토하였다. 추천 알고리즘은 다양한 기법으로 연구되어 왔으며, 특히 디시전트리, 랜덤 포레스트, LightGBM, XGBoost 알고리즘이 제품 추천에서 높은 성과를 보였다.

Kim *et al.*(2023)은 디시전트리 알고리즘을 활용해 성인의 잔존 치아 수에 영향을 미치는 요인을 분석한 연구를 수행하였다. 이 연구에서는 다양한 인구통계학적 변수와 생활 습관 요인을 고려해 분석을 진행하였으며 이를 통해 치아 건강 관리에 유용한 정보를 제공하였다. Jiang *et al.*(2016)의 연구에서는 랜덤 포레스트 알고리즘을 사용한 제품 추천 시스템이 알리바바의 대규모 사용자 행동 데이터를 분석한 결과, 높은 정확도와 사용자 만족도를 달성하였다. 또한 Guo *et al.*(2019)은 보험 상품 추천에 랜덤 포레스트를 적용하여 다른 알고리즘에 비해 예측 오류를 현저히 줄였음을 보여주었다. Liang *et al.*(2019)은 XGBoost와 LightGBM 알고리즘을 비교하여, LightGBM이 판

매량 예측에서 높은 정확도를 보였다고 보고하였다. Liu (2022)은 LightGBM Ranker 알고리즘을 사용한 상품 추천 시스템이 다른 알고리즘에 비해 예측 정확도가 높았음을 입증하였다. Chen and Guestrin(2016)은 XGBoost 알고리즘이 대규모 데이터 세트에서 높은 성능과 효율성을 보였으며, 다양한 머신러닝 문제에서 우수한 성과를 거두었다고 보고하였다. 또한 Sheng and Yu(2022)은 부동산 가격 예측에 XGBoost 알고리즘을 적용하여 높은 예측 정확도를 달성하였음을 보여주었다. 이와 같은 문헌연구 검토에 따라 본 연구에서는 디시전트리, 랜덤 포레스트, LightGBM, XGBoost 알고리즘을 적용하고자한다.

### 3. 연구 방법

#### 3.1 대상품목

본 연구의 평가대상 매트리스는 베이스 스프링과 상부소재의 조합에 따라 8가지 유형으로 나뉜다(<Table 1>). 8가지 유형의 매트리스는 기존 매트리스의 구조 분석을 통해 대중적인 8가지 유형의 매트리스를 선택했다. 베이스 스프링은 포켓 스프링과 연속 스프링으로 구분되어 있으며, 상부소재는 울, 마이크로 포켓, 미니포켓, 실크, 메모리, 라텍스, 폼의 조합으로 구성되어 있다.

Table 1. 8 Mattress Types

Mattress Type	Base Spring	Top Material 1	Top Material 2
A	Pocket spring	Wool	Memory
B	Pocket spring	Micro Pocket	-
C	Pocket spring	Mini Pocket	Memory
D	Continuous spring	Wool	Memory
E	Continuous spring	Micro Pocket	-
F	Continuous spring	Mini Pocket	Chemical Latex
G	Continuous spring	Silk	High Resilience Foam
H	Continuous spring	Bonnell	-

#### 3.2 연구대상자

본 연구의 목표는 사용자의 체형과 매트리스 사용 경험을 통해 사용자 맞춤형 매트리스를 추천할 수 있는 모델 개발이다. 이를 위해 본 실험에서는 매트리스를 5년 이상 사용한 경험이 있는 성인 176명을 공고를 통해 모집하였다. 연구대상자는 현재 목·어깨·허리 부위에 통증이 있거나, 근골격계 질환 및 신경계통 질환이 없으며 수면 장애가 없는 건강한 성인임을 확인하였다.

<Table 2>는 한국 통계청 자료를 기준으로 키, BMI 지수에

따라 8개 그룹으로 나누었다(Korean Agency for Technology and Standards, 2021). 이때 각 그룹의 기준은 BMI 평균지수는 남성 25.05 여성 22.52, 평균 키는 남성 170.8cm, 여성 157cm을 기준으로 설정하였다(Kwon *et al.*, 2021).

Table 2. Research Subjects Summary

Category		BMI Index				Sum (Person)
		Below Avg		Above Avg		
		Men	Women	Men	Women	
Height	Below Avg	22	22	22	22	88
	Above Avg	22	22	22	22	88
Sum(Person)		44	44	44	44	176

#### 3.3 실험환경

실험환경은 <Figure 1>과 같이 8가지 유형의 매트리스를 배치하고 항온항습을 유지되도록 구성하였다. 연구대상자가 매트리스 소재를 인지하지 못하도록 모든 매트리스에 동일한 커버를 씌웠다. 또한 매트리스 만족도 평가 시 베개의 영향을 최소화하기 위해 높낮이가 다른 라텍스 베개와 솜 베개 총 4종을 제공하여 연구대상자가 자유롭게 선택할 수 있도록 하였다.



Figure 1. Experimental Environment Setup

#### 3.4 실험설계

본 연구에서는 적정 유형의 매트리스 추천 알고리즘 개발을 위한 기반 데이터를 수집하고자 매트리스 사용성 평가를 실시하였다. 이를 위해 문헌 분석을 통해 <Table 3>과 같이 사용자 체형, 매트리스 사용 경험, 사용성 평가 요인을 정의하였다. 사용성 평가는 7점 Likert 척도를 사용해 진행하였으며 1점은 매우 불만족, 4점은 보통, 7점은 매우 만족을 의미하도록 설정하였다.

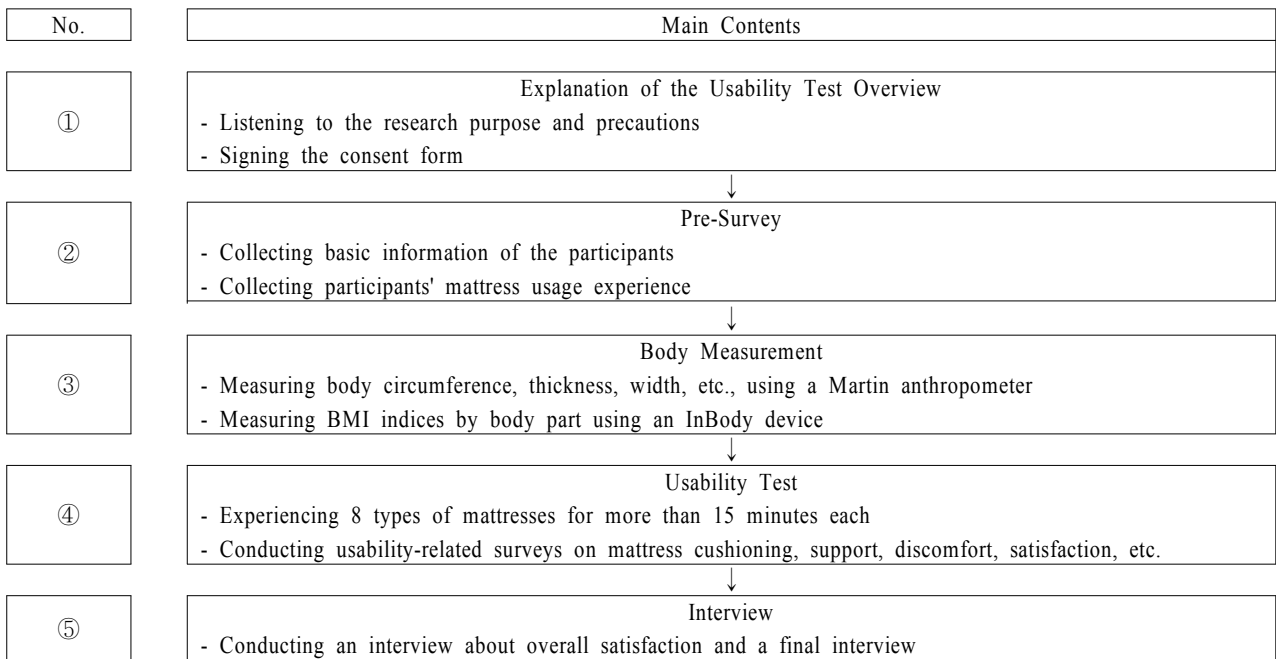
**Table 3.** Factors Collected through Usability Evaluation

Category	Factor	Measurement Device
User Body Shape	Gender, Age Group, Body Shape	-
	Head Circumference, Chest Circumference, Breast Circumference, Arm Circumference, Hip Circumference, Thigh Circumference, Mid-Thigh Circumference, Shoulder Width, Hip Width, Seated Belly Width, Seated Hip Width, Belly Width, Head Thickness, Waist Thickness, Hip Thickness	Martin Anthropometer
	Height, Weight, Skeletal Muscle, Body Fat Percentage, Muscle Mass by Body Part (Arms, Trunk, Legs), Body Fat by Body Part (Arms, Trunk, Legs), Abdominal Fat Percentage	InBody Measurement Device
Mattress Usage Experience	Preferred Mattress Firmness, Average Sleep Time, Sleep Position, Main Factors for Mattress Selection, Overall Satisfaction with Existing Mattress, Firmness Level of Existing Mattress	-
Usability Test	Usability Evaluation for 8 Different Mattresses (Satisfaction, Cushioning, Support, Discomfort)	-

**3.5 실험수행**

본 연구는 보건복지부 지정 공용기관생명윤리위원회로부터 심의를 받은 후 진행되었다(심의번호: P01-202011-23-004).

<Figure 2>는 연구의 평가 수행 절차를 <Figure 3>은 단계별 진행 과정을 제시한다. 평가 시작 전 연구 대상자들에게 연구 목적과 주의사항을 설명하고 실험 동의서를 작성받았다. 또한 매트리스 사용 경험과 근골격계 질환 등 신체적 제한 사항에



**Figure 2.** Experimental Procedure



<Explanation of Experiment Overview and Pre-Survey>



<Body Measurement>



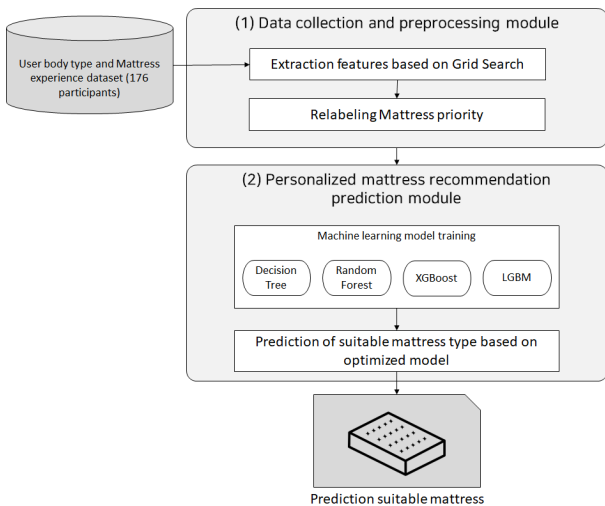
<Usability Test>

**Figure 3.** Mattress Usability Test Process

대한 사전 설문조사를 통해 최종적으로 평가 참여 여부를 결정하였다. 참여가 확정된 176명의 연구 대상자는 마틴식 계측기를 이용해 신체 부위별 너비와 둘레를 측정하고 Inbody 기기를 통해 체지방량, 키, 몸무게 등을 측정하였다. 측정이 완료된 후 연구 대상자들은 매트리스 사용 경험에 대한 사전 설문조사를 진행하였다. 이후 각 매트리스를 15분 이상 체험하며 사용성 평가를 실시하였다. 평가 항목으로는 쿠션감, 지지력, 만족도 및 불편도를 조사하였다.

### 3.6 적정 유형 매트리스 추천모델 개발

본 연구에서 적정 유형 매트리스 추천을 위해 제안하는 모델은 <Figure 4>과 같이 (1) 데이터 수집 및 전처리 모듈과 (2) 개인화 맞춤형 매트리스 추천 모듈로 총 2가지 주요 단계로 구성하였다.



**Figure 4.** Architecture for a Mattress Recommendation Model Considering User Body Shape and Mattress Usage Experience

데이터 수집 및 전처리 모듈에서는 사용자 체형 및 매트리스 사용성 평가 데이터를 기반으로 일관성 분석과 레이블링 과정을 거쳤다. 데이터의 신뢰성을 확보하기 위해 일관성 분석을 실시하여 응답자의 답변이 일관적인지 확인하고, 일관성이 부족한 데이터를 제거함으로써 추천 모델의 신뢰도를 향상시켰다. 이후, 사용자의 구매 과정과 매트리스 선호도를 반영한 재레이블링을 수행하여 보다 정확한 추천을 제공하고자 하였다.

개인화 맞춤형 매트리스 추천 모듈에서는 전처리된 데이터를 기반으로 예측 모델을 개발하였다. 모델 훈련 단계에서는 디시전트리, 랜덤 포레스트, XGBoost, LightGBM의 머신러닝 모델을 사용하여 모델을 훈련시키고 성능을 평가하였다. 모델의 과적합을 방지하고 일반화 성능을 검증하기 위해 5-Fold 교차검증을 통해 하이퍼파라미터를 최적화하였다. 성능 평가는

NDCG(Normalized Discounted Cumulative Gain) 지표를 사용하여 매트리스 선호도의 우선순위 기반으로 머신러닝 모델들의 성능을 평가하였다.

#### (1) 데이터 수집 및 전처리 모듈

데이터 수집 및 전처리 모듈에서는 매트리스 사용성 평가를 통해 얻은 연구 대상자 데이터를 기반으로 전처리 과정을 수행하였다. 데이터 세트에는 8가지 유형의 매트리스에 대한 설문 조사 결과가 포함되었으며 이를 학습 데이터와 테스트 데이터로 8:2의 비율로 나누어 사용하였다. 데이터 수집 과정에서는 연구대상자들의 키와 몸무게와 같은 체형 정보, 수면 습관, 매트리스 사용 경험 등을 사전 매트리스 사용경험을 조사하였다. 또한 8가지 유형의 매트리스를 평가하여 매트리스별 만족도 등의 데이터를 획득하였다. 수집된 데이터는 One-hot 벡터 형태로 변환하여 범주형 데이터를 수치적으로 표현함으로써 분석의 효율성을 높였다(Cerda and Varoquaux, 2019).

매트리스 추천 모델의 성능에는 설문조사 데이터의 품질이 중요한 영향을 미친다. 설문 데이터는 응답자의 주관적 판단을 반영하므로 일관성 있는 응답이 데이터의 신뢰성을 결정한다. 따라서 일관성이 결여된 데이터는 추천 모델의 정확성을 저하시킬 수 있어 데이터 전처리 단계에서 면밀히 검토하고 조정해야 한다. 일관성 분석은 응답자가 매트리스를 체험한 후 평가한 만족도가 시간 경과에 따라 다른 문항 간에도 일관성을 유지하는지를 확인하는 과정으로 진행되었다. 이 과정에서 '매트리스 전반적인 만족도' 점수와 '최종 우선순위 평가' 간에 불일치가 있는 경우를 예외 데이터로 처리하였다. 예를 들어, 만족도 점수가 높은 매트리스가 우선순위에 낮은 평가된 경우를 식별해 분석에서 제외하였으며, 이 과정에서 총 4명의 연구 대상자의 데이터를 배제하였다.

레이블링 과정에서는 사용자가 매트리스를 체험한 후 선호하는 매트리스 후보군을 선정하고, 재체험을 통해 최종 선택하는 과정을 반영하였다. 이를 통해 사용자에게 더 정확한 추천을 제공하고자 매트리스 우선순위 데이터를 재레이블링하였다. 재레이블링 과정에서는 8개의 매트리스 중 사용자의 구매 과정을 반영하여 후보군을 2개로 선택하는 방법을 제안하였다. <Table 4>와 같이, 1순위와 2순위를 '1순위 그룹', 3순위와 4순위를 '2순위 그룹', 5순위와 6순위를 '3순위 그룹', 7순위와 8순위를 '4순위 그룹'으로 분류하였다. 이를 통해 추천 모델의 성능을 향상시키고자 하였다.

**Table 4.** Results of Relabeling Mattress Priority

Mattress Priority from Original Data	Mattress Priority from Relabeled Results
1st, 2nd Priority	1st Priority Group
3rd, 4th Priority	2nd Priority Group
5th, 6th Priority	3rd Priority Group
7th, 8th Priority	4th Priority Group

(2) 개인화 매트리스 추천 예측 모델

맞춤형 매트리스 최적화 예측 모델은 다양한 사용자 데이터를 기반으로 최적의 매트리스를 추천하도록 설계되었다. 이 모델은 개별 머신러닝 예측 모델을 활용하여 사용자 맞춤형 매트리스 추천의 효율성을 극대화한다. 본 연구에서는 디시전 트리, 랜덤 포레스트, XGBoost, LightGBM의 머신러닝 알고리즘을 사용하여 분류 예측 모델을 구축하였다. 이러한 모델들은 사용자 체형, 수면 습관, 매트리스 사용 경험 등의 다양한 데이터를 입력받아 예측을 수행한다.

머신러닝 모델의 성능을 평가하기 전 5-Fold 교차검증(5-Fold Cross-Validation)을 수행하여 과적합을 방지하고, 모델의 일반화 성능을 검증하였다. 5-Fold 교차검증을 통해 각 모델의 하이퍼파라미터를 최적화하고 평균 성능을 기반으로 최적의 매개변수를 선정하였다. 성능 평가는 NDCG 지표를 사용하여 매트리스 추천의 정확성과 효율성을 측정하였다. NDCG는 정보 검색 및 추천 시스템에서 순위 성능을 평가하는 지표로, 추천 목록의 품질을 평가하는 데 사용된다. NDCG는 DCG (Discounted Cumulative Gain)와 IDCG (Ideal Discounted Cumulative Gain)를 기반으로 계산되며, DCG는 각 문서의 관련성을 순위에 따라 가중치를 두어 계산하고, 높은 순위의 문서일수록 더 큰 가중치를 받는다(Napel *et al.*, 2010).

4. 결 과

4.1 사용성 평가

연구대상자의 평균 연령은 <Table 5>와 같이 남성 46.6(±9.8)세, 여성은 47.4(±10.8)세의 범위로 나타났다. 평균 키의 경우 남성은 175.85(±5.83)cm, 여성은 162.37(±7.76)cm였으며 평균 몸무게는 남성 73.90(±11.09)kg, 여성 53.67(±9.80)kg 으로 나타났다.

Table 5. Demographic Characteristics

Gender	N	Age (year)	Height (cm)	Weight (kg)
Male	84	46.6(±9.8)	175.85(±5.83)	73.90(±11.09)
Female	88	47.4(±10.8)	162.37(±7.76)	53.67(±9.80)

매트리스의 주요 사용경험의 특성 중 수면 시간에 관한 설문 결과는 <Table 6>과 같다. 총 수면시간이 7시간으로 응답한 연구대상자가 43%로 가장 많았고 10시간이 0%로 가장 적었다.

Table 6. Sleep Duration

Sleep Duration	Percents	Sleep Duration	Percents
4Hours	0.57	8Hours	27.04
5Hours	2.27	9Hours	3.41
6Hours	23.14	10Hours	0
7Hours	43	11Hours	0.57

수면환경에 대한 설문에 대한 결과는 <Table 7>과 같다. 수면 환경에 대한 설문 결과에서는 따뜻함을 유지하며 취침하는 연구대상자가 47.57%로 가장 많았으며, 이어서 보통 수준의 수면 환경을 유지하며 취침하는 연구대상자가 34.95%로 나타났다.

Table 7. Sleeping Environment

Sleep Environment	Percents	Sleep Duration	Percents
Cold	1.94	Warm	47.57
Cool	15.54	Hot	0
Neutral	34.95	-	-

또한 <Table 8>과 같이 수면 시 선호하는 자세에 관한 설문에서는 태아 자세를 선호하는 연구대상자가 35.87%로 가장 많았고, 다음으로 군인 자세를 선호하는 연구대상자가 23.40%로 조사되었다. 통나무 자세는 3.95%로 선호도가 가장 낮았다.

Table 8. Preferred Sleeping Posture

Sleeping Posture	Percents	Sleeping Posture	Percents
Foetus	35.87	Soldier	23.4
Log	3.95	Starfish	14.89
Yearner	17.33	Freefall	4.56

6가지 수면자세는 Kuwahara and Wada(2017)의 연구에서 나타난 전형적인 수면자세를 토대로 조사하였으며 <Figure 5>와 같다.

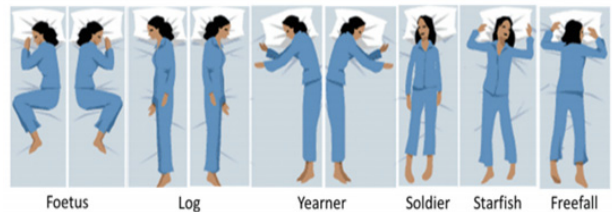


Figure 5. Typical Sleeping Postures (Kuwahara and Wada, 2017)

<Table 9>와 같이 연구대상자들이 선호하는 매트리스의 경도에 관한 조사에서는 조금 딱신한 매트리스를 선호하는 비율이 36.02%로 가장 높았으며, 딱신한 매트리스와 조금 단단한 매트리스를 선호하는 비율이 21.74%로 두 번째로 높게 나타났다.

Table 9. Preferred Mattress Firmness

Mattress Firmness	Percents	Mattress Firmness	Percents
Very Soft	2.48	Slightly Firm	21.74
Soft	21.74	Firm	3.73
Slightly Soft	36.02	Very Firm	0
Medium	14.29	-	-

<Table 10> 결과에 따라 매트리스 유형별 만족도 평가에서 Type F 매트리스가 5.09점으로 가장 높은 점수를 받았고 Type B 매트리스는 4.95점으로 두 번째 Type G 매트리스는 4.89점으로 세 번째로 높은 점수를 기록했다.

**Table 10.** Mattress Satisfaction

Mattress Type	Satisfaction (7-Likert)	Mattress Type	Satisfaction (7-Likert)
Type A	4.62	Type E	3.81
Type B	4.95	Type F	5.09
Type C	4.74	Type G	4.89
Type D	3.79	Type H	4.64

#### 4.2 적정 유형 매트리스 추천 예측 결과

본 연구에서는 매트리스 추천 시스템의 효율성을 평가하기 위해 NDCG 지표를 활용하였다. 매트리스 선택 과정에서 소비자들이 상위 몇 개의 제품을 집중적으로 고려하는 실제 구매 패턴을 반영하여, 추천 시스템의 성능을 평가하였다. 이를 통해 소비자가 실제로 체험하고 선택할 가능성이 높은 상위 2개와 4개 매트리스의 추천 품질을 측정하였다.

**Table 11.** Analysis of Mattress Recommendation Priorities Using Machine Learning Algorithms

Item	Value
Algorithm	Decision Tree, Random Forest, XGBoost, LightGBM (Classification)
Input Data	Personal Information, Dimensinal Information, Comprehensive Survey Information
Output Data	Priority(Mattress)
Methodology for Performance Metrics	NDCG@K

성능지표로는 레이블링 전의 경우 NDCG@2와 NDCG@4를 사용하였으며, NDCG@2는 상위 2개 매트리스 우선순위에 대한 관련성을, NDCG@4는 상위 4개 매트리스 우선순위에

대한 관련성을 나타낸다. 레이블링 후의 경우 NDCG@1과 NDCG@2를 사용하였으며, 이는 레이블링 전의 NDCG@2와 NDCG@4와 동일하게 상위 2개와 상위 4개의 매트리스를 예측한다. <Table 11>은 본 연구에서 사용한 매트리스 추천 모델의 평가 방법론과 관련된 세부 사항을 정리한 것이다.

본 연구에서는 과적합을 방지하고 모델의 일반화 성능을 향상시키기 위해 5-Fold 교차 검증을 통해 하이퍼파라미터를 조정하였다. 이를 통해 학습 데이터에 대한 모델의 일반화 성능을 검증하고, 테스트 데이터에서도 안정적인 성능을 보일 수 있도록 하였다. 평가 결과는 <Table 12>와 같이 나타났으며, 레이블링 전후의 NDCG 지표를 통해 각 모델의 성능을 비교하였다.

디시전트리 모델의 경우, 레이블링 전 NDCG@2(Test)는 0.5988, NDCG@4(Test)는 0.5413로 나타났으며, 레이블링 후에는 NDCG@1(Test)은 0.6138과 NDCG@2(Test)는 0.5933로 소폭 증가하였다. 랜덤포레스트 모델은 레이블링 전 NDCG@2(Test)가 0.6429, NDCG@4(Test)가 0.6125로 나타났으며 레이블링 후에는 NDCG@1(Test)가 0.6872였으며 NDCG@2(Test)가 0.6714로 향상됨을 확인하였다. 특히 5-Fold 결과에서도 NDCG@2 (5-Fold)가 0.6156에서 0.6638로 증가하여, 레이블링이 성능 향상에 긍정적인 영향을 미친 것을 확인할 수 있었다. 이는 하이퍼 파라미터 최적화를 통해 테스트 데이터와 5-Fold 결과 간의 일관성이 확보되었음을 확인하였다. XGBoost 모델은 레이블링 전 NDCG@2(Test)가 0.6794, NDCG@4(Test)가 0.6672로 나타났으며 레이블링 후에는 NDCG@1(Test)이 0.7139과 NDCG@2 (Test)가 0.7049로 NDCG@1이 가장 높은 성능을 기록했다. LightGBM 모델은 레이블링 전 NDCG@2(Test)가 0.6912, NDCG@4(Test)가 0.6884로 측정되었으며, 레이블링 후에는 NDCG@1(Test)가 0.7052, NDCG@2(Test)가 0.6814로 확인되었다.

이와 같이 레이블링 후 대부분의 모델에서 NDCG 지표가 향상되었으며, 특히 XGBoost와 랜덤 포레스트 모델이 NDCG@2에서 가장 큰 성능 개선을 보였다. 가장 높은 성능을 보인 모델은 XGBoost로, 레이블링 후 NDCG@1(Test)이 0.7139를 기록하며 최고 성능을 달성하였다. 또한 5-Fold 검증 결과와 테스트 데이터의 성능이 유사하게 나타나 신뢰성이 있음을 확인할 수 있었다. 이는 매트리스 추천 시스템이 소비자의 실제 구매 패턴을 반영할 수 있음을 시사한다.

**Table 12.** Performance Evaluation of Top 8 Priority Mattresses

Classification Model	Before Relabeling				After Relabeling			
	NDCG@2 (Test)	NDCG@2 (5-Fold)	NDCG@4 (Test)	NDCG@4 (5-Fold)	NDCG@1 (Test)	NDCG@1 (5-Fold)	NDCG@2 (Test)	NDCG@2 (5-Fold)
Decision Tree	0.5988	0.5752	0.5413	0.5629	0.6138	0.5921	0.5973	0.6094
Random Forest	0.6429	0.6156	0.6125	0.6374	0.6872	0.6638	0.6714	0.6835
XGBoost	0.6794	0.6527	0.6672	0.6715	<b>0.7139</b>	<b>0.6925</b>	0.7049	0.7112
LightGBM	0.6912	0.6684	0.6884	0.6797	0.7052	0.6847	0.6814	0.6938

## 5. 결론

본 연구는 사용자의 체형과 매트리스 사용 경험을 기반으로 적정 유형 매트리스 추천 모델을 개발하는 것을 목표로 하였다. 이를 위해 매트리스 사용성 평가를 기반으로 사용자의 체형, 선호도, 수면 환경, 만족도 등 다양한 데이터를 수집하고, 머신러닝 모델들을 활용하여 맞춤형 매트리스 추천 모델을 구축하였다.

개인화 맞춤형 매트리스 추천 모듈에서는 디시전트리, 랜덤 포레스트, XGBoost, LightGBM를 통해 모델을 훈련하고 NDCG 지표를 통해 성능을 평가하였다. 5-Fold 교차 검증을 통해 하이퍼파라미터를 조정하고, 과적합을 방지함으로써 테스트 데이터와 유사한 성능을 확보하였다. 평가 결과 XGBoost 모델이 레이블링 후 NDCG@1(Test)에서 0.7139로 가장 높은 성능을 기록하였다.

이는 절대적인 성능 수치로 볼 때 매우 높은 수준이라고 보기 어렵지만, 기존의 유사 연구들과 비교하여 실질적인 유효성을 확보할 수 있음을 확인하였다. 예를 들어 대규모 뉴스 추천 분야에서 보고된 LightGBM 기반 추천 성능(NDCG@10 약 0.7002; Sugiura *et al.*, 2024)과 관광지 추천 연구에서 랜덤 포레스트를 사용한 성능(NDCG 약 0.69; Kongpeng *et al.*, 2024) 등과 비슷한 수준이었다. 이러한 비교를 통해 본 연구에서 개발한 추천 모델은 실제 소비자의 매트리스 선택 과정에서 의사 결정을 효과적으로 보조할 수 있으며 개인 맞춤형 추천 시스템으로서 유효한 접근 방법임을 확인하였다.

그러나 본 연구는 매트리스 사용 경험과 선호도를 평가하는 설문 조사가 주관적 판단에 의존하였다는 한계를 가진다. 또한, 매트리스의 다양성에 따른 상대적 평가의 변동성과 경도에 대한 객관적 정보 부재 등도 문제로 지적될 수 있다. 이러한 한계는 향후 연구에서 평가 척도의 명확화, 경도 측정에 대한 객관적 기준의 마련, 그리고 압력분포 측정과 같은 객관적인 데이터를 활용한 추가 실험을 통해 극복할 수 있을 것이다.

본 연구의 결과는 개인의 체형과 매트리스 사용 경험을 고려한 추천이 매트리스 만족도 향상에 기여할 수 있음을 확인하였다. 이러한 결과는 향후 매트리스 산업에서 개인화된 추천 시스템 개발에 중요한 기초 자료가 될 것으로 기대된다. 나아가 사용자 경험을 개선하고 매트리스 만족도를 높이는 데 있어 맞춤형 매트리스 추천의 중요성을 강조한다.

## 참고문헌

- Cha, S. E. and Eun, K. S. (2014), Gender Difference in Sleep Problems: Focused on Time Use in Daily Life of Korea, *Soc Indic Res*, **119**, 1447-1465. <https://doi.org/10.1007/s11205-013-0550-1>
- Chae, K. (2007), Physiology of sleep, *Korean Journal of Pediatrics*, **50**, 711. <https://doi.org/10.3345/kjp.2007.50.8.711>
- Choi, J. W., Lee, Y. J., Kim, S. H., Lee, J. K., and Jeong, D. U. (2016), Comparative Effects of Mattress Type on Subjective and Objective Sleep Quality: A Preliminary Study, *Sleep Medicine and Psychophysiology*, **23**(2), 61-67. <https://doi.org/10.14401/KASMED.2016.23.2.61>
- Deng, T., Zhao, Y., Wang, S., and Yu, H. (2021), Sales Forecasting Based on LightGBM, *2021 IEEE International Conference on Consumer Electronics and Computer Engineering (ICCECE)*, 383-386. <https://doi.org/10.1109/ICCECE51280.2021.9342445>
- Denninger, M., Martel, F., and Rancourt, D. (2011), A single step process to design a custom mattress that relieves trunk shear forces, *International Journal of Mechanics and Materials in Design*, **7**, 1-16.
- Guo, Y., Zhou, Y., Hu, X., and Cheng, W. (2019), Research on Recommendation of Insurance Products Based on Random Forest, *2019 International Conference on Machine Learning, Big Data and Business Intelligence (MLBDBI)*, 308-311. <https://doi.org/10.1109/MLBDBI48998.2019.00069>
- Jiang, Y., He, L., Gao, Y., Wang, K., and Hu, C. (2016), Comparison with Recommendation Algorithm Based on Random Forest Model, *Lecture Notes in Electrical Engineering*, 463-470. [https://doi.org/10.1007/978-981-10-3023-9\\_72](https://doi.org/10.1007/978-981-10-3023-9_72)
- Kang, G., Kim, C. S., and Yoo, M. C. (1993), A Study on the Interracial Femoral Shape, *Journal of Biomedical Engineering Research*, **14**(1), 23-30.
- Kim, J., Lee, H., and Park, S. (2023), Analysis of factors affecting the number of remaining teeth in adults using decision tree algorithm, *Journal of Dental Health Analytics*, **47**(1), 26-35. <https://doi.org/10.11149/jkaoh.2023.47.1.26>
- Kim, J., Min, S., Lee, M., Jeong, J., An, J., and Shin, Y. (2011), Measurement of User Experience to Select a Comfortable Mattress, In *A. Marcus (Ed.), Design, user experience, and usability. Theory, methods, tools and practice (Lecture Notes in Computer Science, Vol. 6770, pp. 448-457)*. Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-21708-1\\_51](https://doi.org/10.1007/978-3-642-21708-1_51)
- Kim, Y. H. and Cheng, H. I. (2018), A Comparative Study on Body Pressure and Subjective Comfort for the Mattress Forms, *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, **37**(1), 75-82.
- Ko, C. W., Cho, D. Y., and Chun, K. J. (2011), Measurement of Body Pressure using a Shower Carrier Mattress designed with Korean Body Morphological Information, and its Discussion, *Ergonomics Society of Korea*, 420-422.
- Kongpeng, S. and Hanskunatai, A. (2024), Tourist Destination Recommendation System based on Machine Learning, In *Proceedings of the 2024 9th International Conference on Big Data and Computing (ICBDC 2024)*, 58-67. <https://doi.org/10.1145/3695220.3695229>
- Korean Agency for Technology and Standards (2021), *The 8th Korean Anthropometric Survey Project Final Report, Size Korea*, Date of data retrieval: September 15, 2022. Data source: <https://sizekorea.kr/>
- Kuwahara, N. and Wada, K. (2017), Bed-Leaving Prediction Using a Sheet-Type Pressure-Sensitive Sensor Base with Deep-Learning, *Journal of Fiber Science and Technology*, **73**, 343-347. <https://doi.org/10.2115/fiberst.2017-0051>
- Kwon, M., Han, B., Cho, S., and Cho, J. (2021), Analysis of Body Fat Mass Index for Korean Adults, *KJFP*, **11**, 81-85. <https://doi.org/10.21215/kjfp.2021.11.1.81>
- Lan, L., Lian, Z. W., and Lin, Y. B. (2016), Comfortably cool bedroom environment during the initial phase of the sleeping period delays the onset of sleep in summer, *Building and Environment*, **103**, 36-43. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.03.030>

- Lee, B. K. (2011), A Study on Thermo-Bed Design Development of HPT System, *Journal of the Korea furniture Society*, **22**(1), 72-81.
- Lee, Y. S. and Lee, S. H. (2005), A Baseline Study on Housing Cultures for Cross-Cultural Comparison between Korean-Australians and Australians( I ) : An Analysis of Housing Cultures of Korean-Australian Families, *Journal of Families and Better Life*, **23**(2), 107-125.
- Liang, Y., Wu, J., Wang, W., Cao, Y., Zhong, B., Chen, Z., and Li, Z. (2019), Product marketing prediction based on XGboost and LightGBM algorithm, In *Proceedings of the 2nd International Conference on Artificial Intelligence and Pattern Recognition (AIPR '19)*, 150-153. <https://doi.org/10.1145/3357254.3357290>.
- Moreau, O., Cortet-Rudelli, C., Yollin, E., Merlen, E., Daveluy, W., and Rousseaux, M. (2013), Growth hormone replacement therapy in patients with traumatic brain injury, *Journal of Neurotrauma*, **30**, 11.
- Napel, S., Beaulieu, C., Rodriguez, C., Cui, J., Xu, J., Gupta, A., Korenblum, D., Greenspan, H., Ma, Y., and Rubin, D. (2010), Automated retrieval of CT images of liver lesions on the basis of image similarity: Method and preliminary results, *Radiology*, **256**(1), 243-52. <https://doi.org/10.1148/radiol.10091694>.
- Oh, M. J., Yang, H. N., Jeong, H. A., Hwang, J. E., and Choi, Y. J. (2013). Suggestion of ergonomic mattress for female student living in university dormitory, *Proceedings of the Korean Home Economics Association Academic Conference*.
- Palmero, C., Esquirol, J., Bayo, V., Cos, M. À., Ahmadmonfared, P., Salabert, J., ... and Escalera, S. (2017), Automatic sleep system recommendation by multi-modal RGB-depth-pressure anthropometric analysis, *International Journal of Computer*, <https://doi.org/10.1007/s11263-016-0919-0>
- Park, S. J., Kim, J. S., and Kim, C. B. (2009), Comfort evaluation and bed adjustment according to sleeping positions, *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, **19**(2), 145-157.
- Rofi, A. and Wirawan, I. (2023), Spring Bed Mattress Recommendation System Using Simple Additive Weighting Method, *International Journal of Open Information Technologies*, **11**(1), 20-26.
- Sheng, C. and Yu, H. (2022), An optimized prediction algorithm based on XGBoost, *2022 International Conference on Networking and Network Applications (NaNA)*, 1-6. <https://doi.org/10.1109/NaNA56854.2022.00082>.
- Sugiura, T., Yamagishi, Y., and Kishimoto, Y. (2024), Leveraging LightGBM Ranker for Efficient Large-Scale News Recommendation Systems. In *Proceedings of the Recommender Systems Challenge 2024 (RecSysChallenge '24)*, Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 27-31. <https://doi.org/10.1145/3687151.3687156>
- Yu, S. W., Kim, J. Y., Min, S. N., and Sung, S. H. (2009), Analysis of Suitability for Mattresses by Using Psycho-Physiological Measures, *Korea-Japan International Symposium on Emotion & Sensibility*, **2009**, 63-66.
- Wei, H. and Zeng, Q. (2021), Research on sales Forecast based on XGBoost-LSTM algorithm Model, *Journal of Physics: Conference Series*, 1754. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1754/1/012191>.
- Werf, Y., Altena, E., Schoonheim, M., Sanz-Arigita, E., Vis, J., Rijke, W., and Someren, E. (2009), Sleep benefits subsequent hippocampal functioning, *Nature Neuroscience*, **12**, 122-123.
- Zhang, H. and Min, F. (2016), Three-way recommender systems based on random forests, *Knowl. Based Syst.*, **91**, 275-286. <https://doi.org/10.1016/j.knsys.2015.06.019>.

## 저자소개

**이기현** : 아주대학교 산업공학과에서 2025년 박사학위를 취득하고 한국생산기술연구원에서 포스트닥터으로 재직하고 있다. 연구분야는 리빙랩, 실증, 데이터 마이닝 등이다.

**이경화** : NSB해광침대의 대표로, 1998년 창업하여 연간 약 20만 개의 매트리스를 생산/판매하는 침대회사를 경영하고 있으며 현재 한국침대협회 회장을 맡고 있다.

**장준기** : 한국의외국어대학교를 졸업하고 (주)쌍용, (주)에이스침대 상무, 이노센트가구 부사장, (주)이브자리 상무/수면환경연구소장을 거쳐 현재 NSB해광침대의 부사장과 한국수면산업협회 부회장을 맡고 있다.

**이인수** : 아주대학교 산업공학과 박사과정 중이며, 연구분야는 창업/투자 정책 및 제도 등이다.

**김다스란** : 아주대학교 산업공학과에서 2013년 석사학위를 취득하고 아주대학교 신산업융합기술연구원(현 과학기술정책융합연구센터)에서 연구원으로 재직하였으며, 아주대학교 산업공학과 과학기술정책전공 박사과정 재학 중이다. 연구분야는 UI/UX, 사용성 평가이다.

**이주연** : 아주대학교 산업공학과 교수로, Oracle 전략솔루션실장, SK C&C 전략마케팅본부장, 포스코ICT 그린사업부부장, 산업통상자원부 산업융합촉진 옴부즈만을 역임했다. 연구분야는 비즈니스 인텔리전스, 융합기술, 서비타이제이션 등이다.

**윤정민** : 아주대학교 산업공학과에서 박사 학위를 취득하고 한국생산기술연구원에서 수석연구원(소장)으로 재직하고 있다. 연구분야는 UI/UX, 리빙랩, 사용자 실증, 제조서비스 융합 등이다.