

확장현실 기술을 활용한 헤어커트교육시스템 구축

박은정¹ · 이경복^{2*} · 노광현³

¹디지털서울문화예술대학교 토탈뷰티아트학과 겸임교수

²한성대학교 미래모빌리티학과 조교수

³한성대학교 AI응용학과 교수

Implementation of Haircut Education System Based on Extended Reality (XR) Technology

Eun Jeong Park¹ · Kyung Bok Lee^{2*} · Kwang Hyun Ro³

¹Adjunct Professor, Department of Total Beauty Art, Digital Seoul Culture and Arts University, Seoul 03645, Korea

²Assistant Professor, Department of Future Mobility, Hansung University, Seoul 02876, Korea

³Professor, Department of Applied Artificial Intelligence, Hansung University, Seoul 02876, Korea

[요약]

확장현실 기술은 반복적인 실습이 중요한 미용 교육 분야에서 몰입감과 공존감을 제공함으로써 효과적인 학습 도구로 주목받고 있다. 본 연구는 XR 기술과 홀로렌즈2를 활용한 헤어커트교육시스템을 제안하였다. 해당 시스템은 교육자에게 3차원 가이드라인을 실시간으로 제시하고, 형태 결정 요소를 X축(오버다이렉션), Y축(엘리베이션), Z축(모발 길이)으로 단순화하여 정의함으로써 기존 교육 방식의 한계를 보완하였다. 또한 3D 스캐닝으로 두상을 정밀하게 분석하고, 이를 기반으로 14개의 베이스를 분류해 정합 오차를 최소화한 가이드라인을 설계하였다. 마네킨을 활용한 정합 실험과 다양한 대상군의 사용성 평가 결과, 본 시스템은 초보자의 이해도와 정확성 향상에 효과적임을 확인하였다. 본 연구는 향후 다양한 헤어커트 스타일에 적용 가능한 XR 기반 교육시스템의 확장 가능성을 제시한다.

[Abstract]

Extended reality (XR) technology has emerged as an effective learning tool in beauty education by providing immersion and a sense of co-presence, especially in fields that require repetitive practice. This study proposes a haircut education system that utilizes XR technology and HoloLens 2. The system offers real-time 3D guidelines to instructors and simplifies haircut shape-determining factors into three axes: X-axis (over-direction), Y-axis (elevation), and Z-axis (hair length), to address the limitations of traditional methods. Additionally, precise 3D scanning of the head was conducted, classifying head shape into 14 base types based on skull structure, to minimize alignment errors. Guidelines were designed accordingly and implemented on HoloLens 2. Alignment experiments using mannequins and usability evaluations with experts, certified practitioners, and general users demonstrated the system's effectiveness in improving beginners' understanding and accuracy. This study demonstrates the potential for expanding XR-based education systems in accommodating a wider range of haircut styles.

색인어 : 헤어커트, 3차원 헤어커트 가이드라인, 확장현실, 헤어커트 교육, 홀로렌즈 2

Keyword : Haircut, Three-Dimensional Haircut Guideline, Extended Reality, Haircut Education, HoloLens 2

<http://dx.doi.org/10.9728/dcs.2025.26.6.1689>



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

Received 02 May 2025; **Revised** 02 June 2025

Accepted 13 June 2025

***Corresponding Author; Kyung Bok Lee**

Tel: +82-2-760-4082

E-mail: kblee@hansung.ac.kr

I. 서 론

최근까지 뷰티 종사자들의 미용 교육은 교육자와 피교육자가 직접 만나 모델, 가발, 마네킨 등의 기자재를 활용하여 실습 중심으로 진행되었다. 이는 미용 교육이 이론적인 이해보다 실제적인 기술 습득을 중시하기 때문이다. 따라서 실습 경험이 중요한 미용 교육에서는 단순히 시청각적으로 배우는 비대면 교육은 한계가 존재한다[1]. 그러나 e-Learning을 통해 학위 취득이 가능한 사이버대학은 2001년 교육부 정식 인가의 원격대학 개교를 시작으로 현재 21개교의 사이버 대학이 있고 실습 경험이 중요한 미용 관련 학과 외에도 항공서비스학과, 실용음악과, 모델연기학과 등 다양한 학과가 개설되었다[2]. 비대면 수업을 진행하면서 온라인 수업의 장점을 활용하고, 학습자가 반복적으로 참여하며 그들의 요구에 맞춘 적극적인 피드백이 제공된다면, 학습자의 비대면 수업에 대한 만족도, 실재감, 학습 참여도, 실습 집중도에서 일반적인 특성 차이가 나타나지 않았음을 연구하였다[3].

몰입감과 공존감을 통해 학습자에게 더 풍부한 경험을 제공함으로써 학습 효과를 향상시켜주는 확장현실 기술은 학습자에게 목표 의식과 학습 동기를 부여하여 지루할 수 있는 반복적인 학습 훈련을 성공적으로 수행할 수 있도록 도와준다[4]. 반복적인 실습 경험이 중요한 미용 교육에서 확장현실 기술을 이용한 학습 콘텐츠를 구성하는 것은 효과적인 방법 중의 하나이다. 미용교육, 특히 헤어미용교육은 3차원 두상에서 고객이 원하는 헤어스타일을 연출하기 위한 방법을 학습하는 과정으로, 2D 기반의 영상을 통해서 교육하는 방법에 한계가 있고 두 손은 헤어스타일을 연출하기 위해 필요하기 때문에 몸짓이나 음성 등 비언어적인 표현으로도 상호작용이 가능한 확장현실기술을 이용한 교육이 필요하다[5].

마이크로소프트에서 개발한 혼합현실 헤드셋인 홀로렌즈 2는 데스크탑 없이도 HMD의 사용이 가능하고, 환경의 특징을 인식해 3D 모델을 실제 공간에 맞게 정합시켜줄 뿐만 아니라 이를 그대로 공간에 저장할 수 있다[6]. 무선으로 사용 가능하여 3차원인 고객의 두상을 시술자가 위치를 바꿔가며 스타일을 연출해야 하는 미용교육에서는 학습효과를 극대화시킬 수 있는 도구 중의 하나이다. 또한, 시술자의 손동작을 인식하기 위해 사람의 손이나 팔의 동작 정보를 제공하는 콘트롤러 보다 직관적인 핸드트래킹 기능을 제공한다. 핸드트래킹은 HMD 외부 표면에 위치한 카메라를 통해 손의 위치와 방향, 손가락의 배열을 감지하여 컴퓨터 비전 알고리즘을 통해 움직임과 방향을 추적하는 방식으로 손이나 관절 움직임을 인식하는 제스처 분석을 통해 가상 환경에서 보다 더 직관적이고 자연스러운 가시화 및 인터랙션이 가능해진다[7],[8].

본 연구는 현재 대학 교육에서 미용 실습 교육을 위해 활용되고 있는 프로그램 및 교재의 한계를 극복하기 위해, 현업에서 사용되는 게임엔진을 활용하여 융합영상컨텐츠 제작 교육을 할 수 있는 확장현실 기반 헤어커트 교육 프레임워크를 제

안하는 것이다[9]. 확장현실 기반 프레임워크란 학습 내용과 관련한 정보를 실제 사물을 보면서 그 위에 부가적 정보가 증강되어 제공되는 프로그램을 말하여 학습자가 매체를 직접 손으로 들고 움직여 볼 수 있어 학습 내용이나 관찰 대상에 대한 직접적 조작을 수반함으로써 적극적인 참여가 가능하다[10]. 이러한 프레임워크는 많은 영역에서 개발 및 교육 비용을 줄이고 콘텐츠와 응용 소프트웨어의 품질을 향상시키는 것으로 보고되고 있다[11]. 광근혜는 사례기반 확장현실 콘텐츠 프로그램을 활용하여 모성간호학 실습을 받은 대학생은 대조군과 실습자신감과, 실습몰입, 실습만족도에서 모두 유의한 차이를 보여 확장현실 콘텐츠 프로그램의 효과성을 검증하였다[12]. 연구 방법으로 가장 일반화된 교수모형인 ADDIE 모형의 분석(Analysis), 설계(Design), 개발(Development), 실행(Implementation), 평가(Evaluation)의 단계를 통해 연구하였다[13],[14].

분석 단계에서는 헤어커트 교육시스템의 학습 대상과 학습 환경을 분석하였다. 설계 단계에서는 헤어커트 교육시스템의 교육과정을 세부적으로 설정하였다. 개발 단계에서는 설계 단계에서 도출된 내용을 바탕으로 확장현실 기반 환경에서 활용할 교육 활동을 개발하였다. 실행단계에서는 개발된 XR 기반 헤어커트교육시스템을 연구 참여자들에게 제공하고 헤어커트를 수행하였다. 평가 단계에서는 교육시스템의 목표 달성 여부를 확인하기 위해 설문을 실시하고 결과를 분석하였다.

II. XR 기반 헤어커트교육시스템 설계

2-1 사용자 분석 및 설계

헤어커트 교육시스템은 헤어커트 교육자가 실세계에서 가상의 그래픽 또는 정보 콘텐츠를 합성 및 증강하여 화면을 통해 3차원으로 보여지고, 실제 헤어커트를 가이드할 수 있는 시스템으로 설계하고자 한다. 이를 위해 필요한 기술요소로는 가상의 콘텐츠와 현실환경을 매칭해서 볼 수 있는 디스플레이 기술, 비전기반(마커기반방식, 비마커기반강식) 추적기술을 활용한 3D 좌표인식 기술, 실제와 가상을 정확하게 정합하는 영상합성기술로 나눌 수 있다[15].

이러한 기술을 실현하기 위해서 본 연구에서 하드웨어는 홀로렌즈 2를 사용하고, 프리팹(Prefab)과 유니티 패키지(Unitypackage)를 통해 프로토타입형 디자인 패턴을 제공할 수 있는 유니티 게임엔진을 사용했다. 프리팹이란 콘텐츠 제작에 필요한 오브젝트를 반복해서 사용할 수 있도록 오브젝트에 포함된 컴포넌트의 구성과 속성값을 모두 저장해 놓은 것을 의미한다. 또한 프리팹은 사용자가 필요한 기능을 복잡한 프로그래밍 대신 드래그앤드롭(Drag-and-drop)만으로 구현할 수 있어 사용성이 매우 좋다. 그러나 이러한 프리팹은 프로그래밍 코드와 같은 실제 컴포넌트파일은 포함시키지 않

기 때문에, 이러한 파일을 모두 포함시킬 수 있는 유니티에서 활용가능한 압축화일인 유니티 패키지 형태로 제공되어야만 한다. 따라서 본 연구는 다양한 전공이 참여하는 수요를 반영하여 콘텐츠 제작에 필요한 기능을 쉽게 사용할 수 있도록 필요한 기능을 미리 구현한 컴포넌트, 프리팹, 유니티 패키지 형태로 구현하였다.

2-2 기능 분석 및 설계

헤어커트 교육시스템을 구현하기 위해서는, 확장현실 기반 영상 콘텐츠에 필요한 기능 정의가 요구된다. 먼저 실제 사람의 머리를 커트하기 위해서는 한 번에 자를 수 있을 만큼의 모다발을 빗질하여 손가락 사이에 고정하고, 고정된 모다발의 중지위에 가위를 고정하고 가위날의 개폐작용에 의해 두발을 자르므로[16] 모다발의 방향을 정의하는 과정이 필요하다. 기존 연구에서 헤어커트 스타일 변화를 주기 위해서는 모발 길이, 시술각도, 베이스, 엘레베이션, 오버다이렉션, 머리위치 등에 따라 커트 스타일의 형태를 변화시킬 수 있다고 하였으나[17], 본 연구에서는 3D 렌더링을 위해서 사용하는 로컬, 월드, 카메라 좌표계 중 3D 개체가 중심인 로컬 좌표계를 선정하여 모다발의 방향을 X,Y,Z 값의 이동으로 정의했다[18].

구현된 3D모델을 헤어커트 가이드 앱에 올릴 때에 유니티 플랫폼을 사용해서 홀로렌즈 2에 빌드하게 되는데 유니티 플랫폼은 왼손 좌표계를 사용한다. 따라서 모발의 방향을 3차원 좌표로 설명하기 위해서는 X값의 이동을 오버다이렉션, Y값의 이동을 엘레베이션, Z축의 이동을 모발의 길이로 정의하였다. 헤어커트 스타일의 변화는 모다발의 X, Y, Z축의 변화로 설명이 가능하나 실제 사람의 모발을 자르기 위해서는 가발을 사용하여 많은 연습을 시행하여 체득해야 한다. 현실세계의 마네킨의 모발 변화를 가상의 3D 오브젝트에서 원하는 위치로 이동하였을 때 정합이 이루어진다면 헤어커트를 전문적으로 시술하지 않는 일반인들도 충분히 원하는 헤어커트 스타일을 연출할 수 있다.

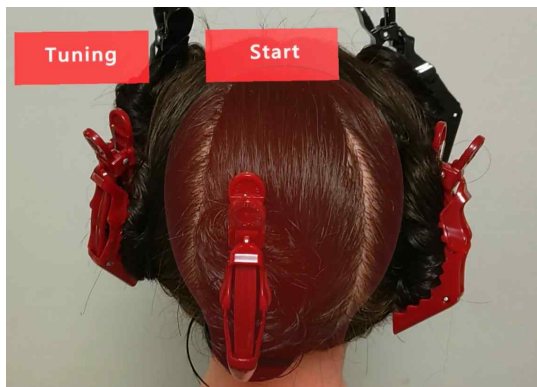


그림 1. 시스템 구동하기 전 실제 마네킨의 구획 상태
Fig. 1. The actual mannequin compartment status before running the system

따라서 홀로렌즈 2에서 실제 마네킨과 똑같은 마네킨을 형성한 후 그림 2와 같이 시술자가 헤어커트를 시술할 수 있는 위치에 실제 마네킨을 설치한 후 홀로렌즈 2에서 형성된 오브젝트를 이동하여 실제마네킨과 정합이 이루어지도록 조정하도록 설계하였다. 홀로렌즈 오브젝트를 이동하는 이유는 시술자가 헤어커트를 시술할 때 왼손과 오른손을 사용하여 모발의 패널이 시술자의 가슴 높이에 있을 때 가장 정확한 시술결과를 얻을 수 있기 때문이다.

헤어커트를 시행하기 위해 모발을 구획하고 정해진 좌표값으로 모발을 빗질하여 이동한 후 왼손으로 모다발의 텐션을 유지한 상태로 잡고 커트하게 되는 절차로 진행한다. 두상의 전 표면에 걸쳐 자라난 모발을 정확히 커트하기 위해서는 모다발을 적게 나눌수록 유리하나 많은 시간이 소요되므로 오차범위를 최소화하는 구획작업이 필요하여 두상의 골격에 따라 14단계의 구획을 나누어 헤어커트를 시행하고 구획된 모다발의 좌표값을 미리 정의하였다[19]. 헤어커트시 모다발을 잡은 시술자의 손위치가 정의된 좌표에 이동하였을 때 'OK' 사인이 보여지도록 설계하였다.

III. XR 기반 헤어커트 교육시스템 구현

3-1 XR 기반 헤어커트 시스템 개요

고객이 원하는 헤어커트 스타일을 연출하기 위해서는 모발을 원하는 길이로 자르는 작업이 필요하다. 두상 전체에 골고루 분포되어있는 모발을 원하는 길이로 자른다면 원하는 헤

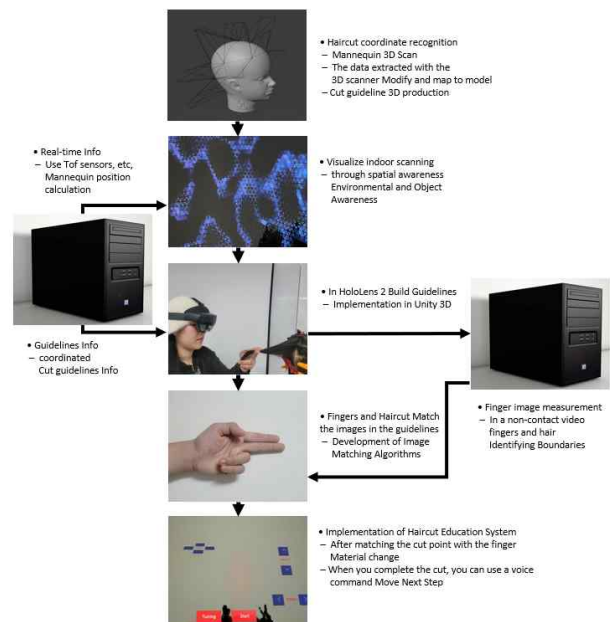


그림 2. 확장현실 기반 헤어커트교육시스템 구성
Fig. 2. XR-based haircut education system architecture

어컷트 스타일 연출이 가능하나 현실적으로 불가능하므로 현장에서는 적당한량의 모발을 한꺼번에 잡은 상태에서 방향성을 부여하여 커트를 하는 방법을 사용하고 있다.

본 연구에서는 모발의 방향성을 X, Y, Z 축의 3차원 좌표값으로 정의하고 홀로렌즈 2에 원하는 헤어컷트 스타일을 연출하기 위해 14개 구획별로 정의된 3차원 좌표값을 나타낸 후 실제 마네킨의 모발을 정의된 3차원 좌표값으로 손가락이 이동하는지 실시간으로 트래킹하고 정합이 되면 감지된 손가락의 재질이 변화도록 설계하였다.

3-2 XR 기반 헤어컷트 실행 절차

홀로렌즈 2에서 헤어컷트 가이드 앱을 실행하면 헤어컷트 시술자가 바라보는 주변환경과 사물에 메쉬 데이터를 덧씌워서 위치 정보를 가져와 주변 공간을 이해하고 자신과 다른 객체 간의 위치를 인식하고, 그 공간을 탐색하는 과정을 거친다.

실내 환경을 인식한 헤어컷트 가이드 앱은 설계된 가상의 마네킨을 띄우는데 여기에서 시술자가 커트하기 편한 위치로 마네킨을 이동하여야 한다. 마네킨의 이동은 평면의 이동, 높이의 이동, 각도의 이동으로 나누어 설계하였다. 시술자가 원하는 위치에 실제 마네킨과 홀로렌즈 2의 마네킨을 정합한 후 실제 커트를 시행하기 위한 단계로 넘어간다.

단계가 표시되면 표시된 구획에 따라 실제 마네킨의 베이스를 똑같이 만들고 실제 모발의 텐션을 유지한 상태에서 빗질하여 해당 구획에서 헤어컷트를 수행할 3차원상 위치인 Cut Point가 제시되고, 실제 손이 해당 위치로 이동하면 Point의 색깔이 변경된다. 이 상태에서 실제 혹은 가상의 헤어컷트를 시행하고 음성 명령으로 'Cut Okay'를 외치면 다음 단계로 넘어갈 수 있도록 설계하였다. 그림 4는 헤어컷트교육 시스템을 활용한 헤어컷트 실행 절차이다.

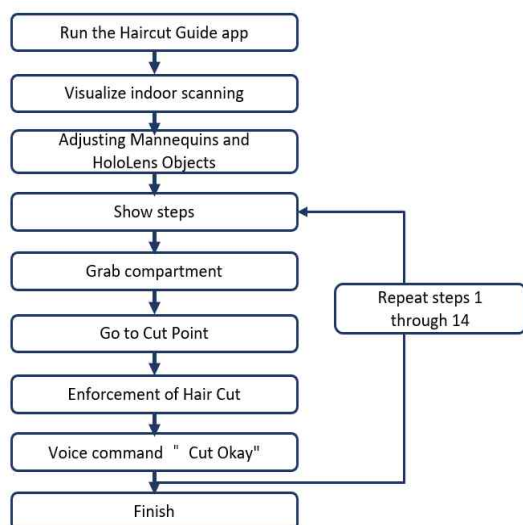


그림 3. XR 기반 헤어컷트 실행 절차

Fig. 3. Procedure for executing XR-based haircut

3-3 홀로렌즈 2의 오브젝트와 실제 마네킨의 정합

시술자가 양손을 사용하여 헤어컷트를 시행하기 위해서는 커트하고자 하는 헤어패널이 시술자의 가슴 위치에서 수평으로 30cm정도 떨어진 곳에 위치해야 하고, 홀로렌즈 2의 오브젝트와 실제 마네킨이 정합을 이루어야 한다. 이에 초기 화면에서 수평의 이동을 PLANE MOVE 명령을 통해 상, 하, 좌, 우로 이동할 수 있도록 하고, 수직의 이동을 Move Y 명령을 통해 상, 하로 이동할 수 있도록 설계하였다.

마네킨 두상의 뒷부분 헤어컷트시 홀로렌즈 2의 오브젝트가 뒷면이 보여야 하지만 옆 부분을 커트할 경우에는 오브젝트를 옆으로 회전해야 하므로 수직, 수평이 고정된 상태에서 각도를 변경해야 하는 경우가 발생한다. 이에 Rotate X 명령을 통해 두상을 회전할 수 있도록 설계하였다.

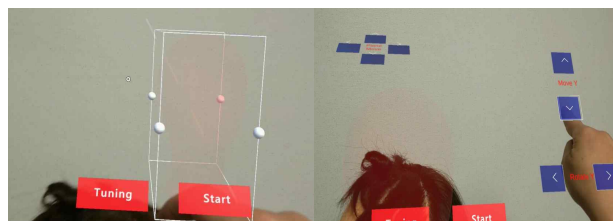


그림 4. 가상 마네킨 모델과 실제 마네킨의 정합

Fig. 4. Alignment between virtual mannequin model and real mannequin

3-4 Grab Point와 Cut Point 정의

정확한 헤어컷트 가이드라인에 따라 헤어컷트를 진행하기 위해서 제작된 마네킨의 영역별 Cut Point를 감지할 수 있도록 헤어컷트가 실행되는 좌표값을 영역별로 지정해야 한다.

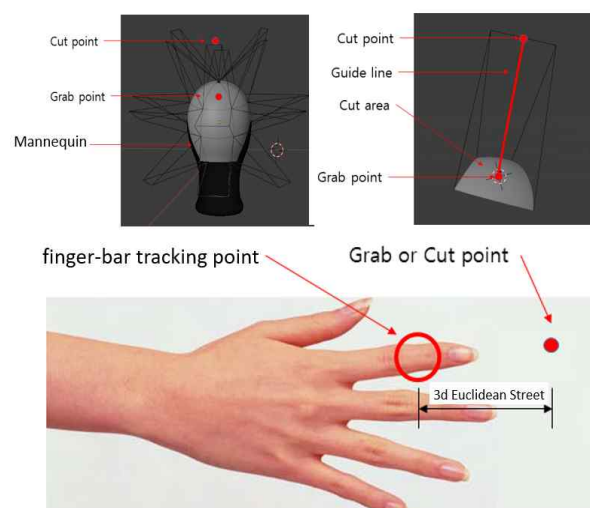


그림 5. Grab Point와 Cut Point 정의

Fig. 5. Definition of Grab Point and Cut Point

모델링된 마네킨의 구획된 각각의 베이스의 중심이 되는 점을 Grab Point로 정하고 포인트에서 원하는 헤어커트 스타일을 완성하기 위해 설정하는 X,Y,Z축의 좌표값을 Cut Point로 정하였다.

모발을 Cutting 할 때 왼손 검지와 중지를 이용해서 모발 패널을 잡게 되는데 정확한 커트를 위해 빗질을 하고 텐션을 유지한 상태에서 커트를 해야 하므로 모발은 수평이든 수직이든 점보다는 선의 형태를 띄게 된다. 따라서 손가락을 디렉팅하는 점은 왼손 두 번째 손가락 중간 마디의 실시간 좌표와 Cut, Grab point의 유클리드 거리를 기준으로 Grab, Cut 지점을 디렉팅 하는 것을 설계하였다. 또한 Cut point에 대한 손가락 추적 지점이 일정 범위 내에 들어오면 Cut point의 색상을 파란색에서 빨간색으로 변화시켜 사용자가 쉽게 인지할 수 있도록 하였다.



그림 6. Cut Point 정합 전(왼쪽)과 후(오른쪽)
Fig. 6. Alignment of Cut Point: Before(left) and after(right)

3-5 XR 기반 헤어커트교육시스템 실행

홀로렌즈 2에서 동작하는 헤어커트 가이드 앱을 실행한 후 실제 마네킨과의 정합을 맞추게 되면 그림 8과 같이 메인 화면이 표시되는데 상단의 '<,>' 버튼을 이용하여 헤어커트 단계를 이동할 수 있으며 오른쪽 상단의 10/14는 현재 시술하고자 하는 단계가 총 14개 구획 중 10번째 구획임을 의미하고, 하단의 'Grab Area Transparency Level'은 홀로렌즈 2 오브젝트의 투명도를 조정하는 버튼으로 헤어커트 환경에 따라 가장 잘 보이는 단계를 선택할 수 있도록 하였다.

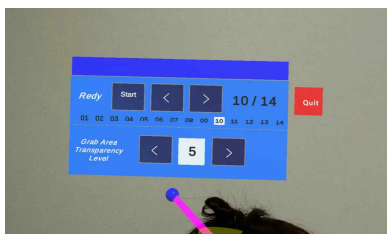


그림 7. 헤어커트 가이드 앱 화면
Fig. 7. Haircut guide app screen

1) Back 부분 커트 구현

실제 현장에서 헤어커트를 시술하는 경우 디자이너에 따라 다양한 방법으로 시술하나 대부분 목덜미(Nape) 중앙부터

시작하여 Nape 오른쪽, Nape 왼쪽의 순서로 커트하고 점차 위쪽으로 올라가면서 커트를 시행한다. 구획된 Area에 따라 머리카락을 빗을 사용하여 구획한 후 커트빗을 사용하여 Cut Point를 향해 헤어패널을 이동하면 손가락이 실시간으로 트래킹되고, 손가락 위치가 헤어커트 목표 3차원 Cut Point와 정합되면 Cut Point가 파란색에서 빨간색으로 변한다. 이때 헤어커트를 시행하고 음성명령을 통해 'Cut Okay'를 외치면 되면 다음 단계로 넘어갈 수 있는 'Menu Panel'이 나타난다.

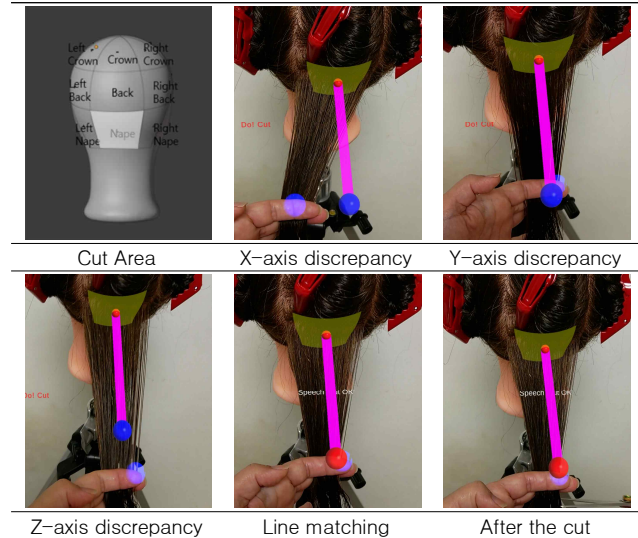


그림 8. XR 기반 목덜미(nape) 영역 헤어 커트
Fig. 8. XR-based nape area haircut

2) Side와 Front 부분 커트 구현

Side 부분은 홀로렌즈 2를 착용한 상태에서는 Cut Point는 보이나 Cut Area가 보여지지 않아 영역을 구분하기 어려우므로 헤어커트 가이드 앱을 다시 실행하여 실제마네킨과의

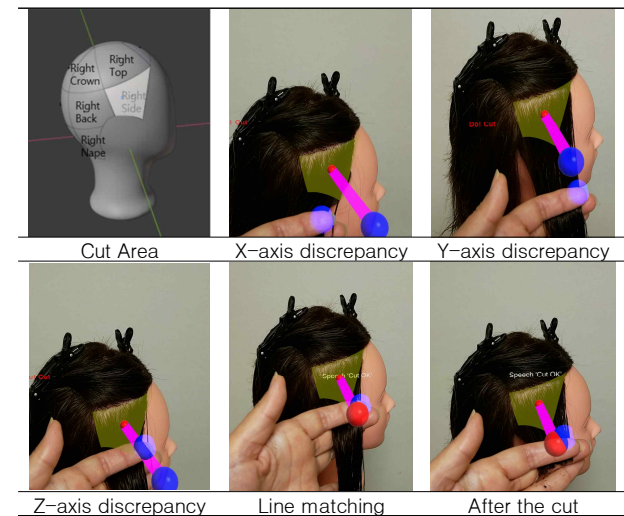


그림 9. XR 기반 사이드 영역 헤어커트
Fig. 9. XR-based side area haircut

정합을 사이드 부분에 맞게 다시 맞추어야 한다. 이러한 작업은 오른쪽 사이드와 탑 영역을 커트한 후 다시 헤어커트 가이드 앱을 실행하여 왼쪽 사이드와 왼쪽 탑 영역을 커트하여야 한다. 이후 프론트 부분은 미리 구획한 머리다발만 커트하면 되므로 왼쪽 부분을 커트한 후 커트를 시행해도 된다.

IV. XR 기반 헤어커트 결과 분석

4-1 헤어커트 정확도 측정

XR 기반 헤어커트 교육시스템을 사용하여 실제 마네킨으로 헤어커트를 시술한 결과는 그림 9와 같다. 시술 후 설계했던 길이값과의 차이를 측정하기 위해 마네킨을 다시 14개의 베이스로 나누고 베이스의 중심을 ①로 하고 각 변의 모서리를 기준으로 왼쪽 상단을 ②, 오른쪽 상단을 ③, 왼쪽 하단을 ④, 오른쪽 하단을 ⑤로 하여 각 지점의 길이를 측정한 후 그 결과는 표 1과 같다.



그림 10. 헤어커트 교육시스템을 사용한 헤어커트 결과
Fig. 10. Haircut results using the haircut education system

Nape Area에서는 오차가 큰 범주에 속하나 현장에서도 보정커트로 수정하는 부분이므로 크게 문제되지 않는다.

표 1. 베이스별 시술길이와 측정길이의 오차

Table. 1. Error between procedure length and measured length for each base

NO	Area	Length (cm)	Measurement Length (cm)					discrepancy (cm)				
			①	②	③	④	⑤	①	②	③	④	⑤
1	Nape Area	14	14	14.3	14.4	15.1	15.2	0	+0.3	+0.4	+1.1	+1.2
2	Right Nape Area	14	14.7	15	15	15.1	15	+0.7	+1	+1	+1.1	+1
3	Left Nape Area	14	15	14.9	14.7	15.4	15.1	+1	+0.9	+0.7	+1.4	+1.1
4	Back Area	14	14	14.5	14.9	14.9	15.3	0	+0.5	+0.9	+0.9	+1.3
5	Right Back Area	14	14.3	14.9	15.6	14.6	15.8	+0.3	+0.9	+1.6	+0.6	+1.8
6	Left Back Area	14	13.9	15.9	15.1	14.1	14.2	-0.1	+1.9	+1.1	+0.1	+0.2
7	Crown Area	14	14.5	15.2		15.3	14.9	+0.5	+1.2		+1.3	+0.9
8	Right Crown Area	14	14.8	14.9		15	15.6	+0.8	+0.9		+1	+1.6
9	Left Crown Area	14	14.3	15		14.7	15.2	+0.3	+1		+0.7	+1.2
10	Right Side Area	14	14.2	15.9	14.9	14.3	14.3	+0.2	+1.5	+0.9	+0.3	+0.3
11	Right Top Area	14	14.6	14.5	14.4	15.5	16	+0.6	+0.5	+0.4	+1.5	+2
12	Left Side Area	14	14	15.5	14.6	15.4	14.3	0	+1.5	+0.6	+1.4	+0.3
13	Left Top Area	14	14	14.5	15	17	14.6	0	+0.5	+1	+2	+0.6
14	Front Area	10	9.2	9.8		11.1	11.6	-0.8	-0.8		+1.1	+1.6

Back Area는 중심부보다 옆면의 길이가 길어지나 실제 커트에서도 옆면 부위를 길게 자르는 경향이 있는데 이는 시술자의 경험에서 나오는 결과로 판단된다. Crown Area는 코너가 3개만 존재하여 표상에 공간이 있으며 Top Point를 기점으로 모발이 넓게 펼쳐지는 영역이지만 모발의 양이 적어 3부분으로만 나누어 커트를 진행하다 보니 오차가 많이 발생하였다. 이를 해결하기 위해서는 베이스를 세분화하여 커트를 진행하여야 할 것이다. Side Area는 다른 Area보다 단차를 연출할 수 있는 모발의 범위가 좁아 오차 범위가 생겼다고 분석된다. Top Area는 베이스의 거리가 가장 길고 두상의 굴곡이 가장 다양한 영역이므로 오차범위가 커지는 것이 당연한 결과이고 이는 Area와 Area가 만나는 부분의 코너 제거로 이상적인 결과를 얻어낼 수 있다. 마지막으로 Front Area는 14cm로 설정할 경우 시야를 확보하지 못해 옆머리로 넘겨야 하므로 다른 영역과 달리 10cm로 설정하여 커트하였다.

4-2 XR 기반 헤어커트 교육시스템 사용성 평가

1) 사용성 평가 대상 및 방법

사용성을 평가하기 위해 헤어커트 영업을 하고 있는 디자이너나 원장급의 전문가그룹 13명과 미용사(일반) 국가자격증을 취득한 미용전공 대학생그룹 19명, 헤어커트를 접한 경험이 없는 일반그룹 25명을 대상으로 헤어커트교육시스템을 사용한 후 설문을 진행하였다. 설문을 진행하기 전 헤어커트교육시스템의 사용방법에 대한 사전 영상을 제공하여 이해도를 높여 체험 후 콘텐츠의 적절성과 프로그램의 용이성 및 사용 편의성, 흥미도 및 필요성, 보완점으로 분류하여 설문을 진행하였다.

2) 전문가그룹 대상 사용성 평가 결과

전문가그룹 13명은 헤어커트에 대한 이해도나 실력 면에

서는 월등하나, 홀로렌즈 2를 처음 접하는 그룹이라 초기 진입하는 데에 불편함이 많은 그룹이었다. 실제 전문가그룹이 헤어커트를 학습할 때에 본 프로그램에서 정의하는 X축(오버 다이렉션)의 변화나 Y축(엘레베이션)의 변화에 대해서는 기존 헤어커트와 같은 방식을 사용하기에 어려움이 없었으나 Z축(길이)의 변화에 대해서 3차원으로 이해하는 데 어려움이 있었다. 더불어 본 프로그램으로 헤어커트를 쉽게 하는 것에 대해 직업적인 위기감을 느끼는 전문가도 있어 설문을 진행하는 데 어려움이 있었다. 그러나 다양한 커트 방식을 세 가지의 축으로 구현할 수 있다는 점은 만족감을 나타내었다.

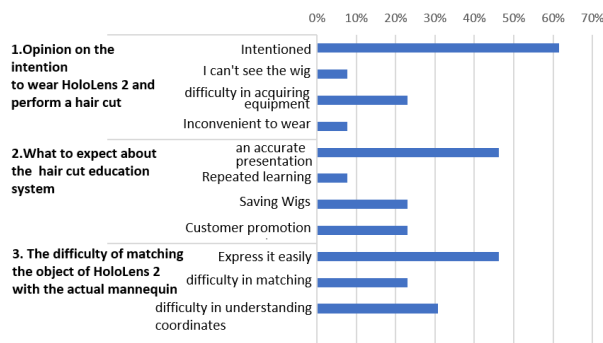


그림 11. 전문가그룹의 사용성 평가 결과
Fig. 11. Usability evaluation results of the expert group

3) 자격취득자그룹 대상 사용성 평가 결과

헤어국가자격증을 취득할 때에 커트 자세 잡는 법부터 가위질하여 국가자격증에서 요구하는 커트 과제 4가지(스파니엘, 이사도라, 그레주에이션, 레이어)를 습득하는데 10~20개 정도의 가발을 사용한 후 시험에 응시하게 된다. 커트 과제 4가지 중 레이어 커트를 제외한 3가지의 커트 과제는 자연 시술 각도를 사용해서 커트하게 된다.

남자 커트에서 주로 사용하는 자연 시술 각도는 두상에 하나의 각도만 존재하기에 커트의 개념을 이해하기에는 쉬우나 3차원인 두상에서 머리 뒤쪽의 가장 튀어나온 부분의 B.P위쪽의 커트를 진행할 때에 어려움이 있다. 다른 하나인 레이어 커트를 진행할 때 사용하는 두상 각도를 설명할 때 대부분 교육자가 엘레베이션에 대한 교육에 치중하게 되는데 여기에서

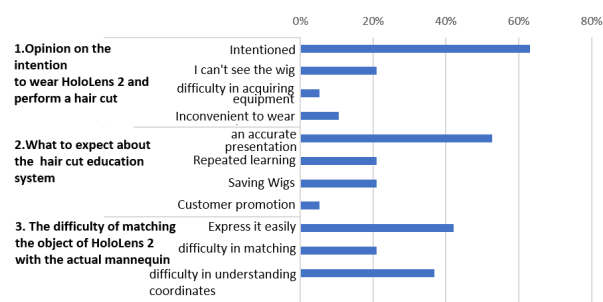


그림 12. 자격취득자그룹의 사용성 평가 결과
Fig. 12. Usability evaluation results of the certified group

3차원 개념과 같은 개념인 X축, Y축, Z축으로 두상의 위치에 따라 달라지는 각도에 대한 개념 하나만 정리해 주므로 커트 스타일에 대한 이해 도가 빠른 속도로 높아지고 이미지를 보면서 다양한 스타일을 유추할 수 있어서 큰 성과를 낼 수 있는 그룹이었다.

4) 일반그룹 대상 사용성 평가 결과

일반그룹은 평상시 헤어커트에 대한 관심도가 떨어지는 그룹이다. 이 그룹에서 특이한 점은 커트할 때에 지켜야 할 자세나 가위질, 손가락의 위치 등에 대한 사전 정보가 없다 보니 왼손은 잡는 역할, 오른손은 자르는 역할에만 충실하게 실행하여 왼손을 트래킹하는 점이 빨간 점으로 변하는 단순한 명령만 수행하면 되기에 프로그램을 수행하는데 어렵다고 느끼는 사용자가 적었다. 반면, VR 기기 체험 경험이 있어서 홀로렌즈 2 사용법 습득이나 착용불편에 대한 의견이 다소 많았다.

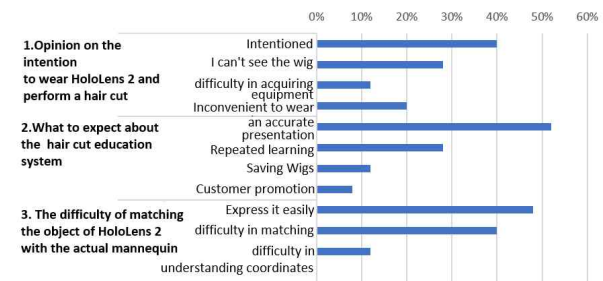


그림 13. 일반그룹의 사용성 평가 결과
Fig. 13. Usability evaluation results of the general group

V. 결 론

4차 산업혁명 시대에 진입에 따라 뷰티산업의 관심 분야는 스마트 뷰티 플랫폼 비즈니스모델이나 확장현실과 같은 몰입형 기술을 통해 고객의 머리부터 발끝까지 사용자의 니즈에 맞춘 서비스이다. 뷰티산업의 비전을 창출하기 어려운 상황에서 수익 창출 및 새로운 성장과 원동력이 될 콘텐츠를 지속해서 개발하고 있다.

본 연구에서는 3차원 헤어커트 형태변화의 요인을 X축(오버 다이렉션), Y축(엘레베이션), Z축(모발의 길이)으로 새롭게 분류했으며, 3차원으로 이루어진 두상의 헤어커트 가이드 라인을 확장현실(XR) 디바이스인 홀로렌즈 2를 사용하여 실시간으로 보여주고, 헤어커트 가이드라인과 손가락과의 영상 정합을 통해 정의된 가이드라인에 따라 헤어커트를 시행할 수 있는 방안을 제시하였다.

헤어커트 XR 가이드라인 구현에서는 실제 헤어커트 가이드 앱을 실행하여 Nape Area부터 Front Area까지의 14단계의 헤어커트를 시행하고, X축, Y축, Z축의 불일치가 일어났

을 때의 상황에 대한 이미지를 삽입하고, 라인의 정합, 헤어커트 시행 후의 이미지도 삽입하였다. 생성된 가이드라인을 통해 실습한 결과물의 정확도 측정을 위해 14개의 베이스의 중심과 3~4개의 모서리의 길이를 측정하여 오차를 측정했고, 예상했던 기술 길이와 1~2cm 정도의 차이를 보여 각각의 모서리를 보정 커트를 통해 수정하면 원하는 길이의 헤어커트 스타일을 연출할 수 있었다.

마지막으로 현장에서 고객을 직접 시술하고 있는 디자이너나 원장님을 전문가그룹, 헤어자격증을 취득한 그룹, 헤어자격증을 취득하지 않은 일반그룹을 대상으로 XR 기반 헤어커트교육시스템에 대한 사용성 평가를 수행하였다. 전문가 그룹은 헤어커트에 대한 이해도나 실력 면에서는 월등하나 홀로렌즈 2를 숙지하는 데 어려움이 있었고, 가이드라인의 점이 너무 크고 왼손가락 끝을 트래킹하는 것에 대해 지적이 있었다. 헤어자격증 취득자 그룹은 자격증 취득 시 습득한 자연시술 각도에 대한 인지가 높아 3차원 좌표에 대한 이해가 어려웠고, 선글라스의 투명도를 가지고 있는 홀로렌즈 2로 인해 섹션 분할의 어려움을 보였다. 일반그룹은 헤어커트에 대한 사전 지식이 없어서 오히려 3차원 좌표 개념에 대한 이해가 빠르고 14번의 커트로 원하는 스타일을 연출해 내는데 만족감을 나타내었다.

대부분의 XR기술을 활용한 프로그램이 정보 전달에 초점을 맞춘 훈련 방식인 반면, 본 연구는 고객이 원하는 헤어스타일을 구현하기 위해 시술자가 고객의 두상에 맞춰 헤어커트의 좌표값을 인지하는 감각훈련에 중점을 둔다. 보이지 않는 좌표를 정확히 체득하기 위해서는 반복적인 연습이 필수적이며, XR(확장현실)환경에서 해당 좌표를 시각적으로 고정하고 그 위치에 맞춰 훈련을 반복한다면 보이지 않는 상태에서의 훈련보다 훨씬 더 빠르고 효과적으로 감각을 익힐 수 있을 것이다.

헤어커트를 시술하는 실제 마네킹의 좌표값은 책상의 높이, 마네킹 홀더의 높이 등 변수가 많아 본 연구에서는 홀로렌즈2에서 보여지는 오브젝트에 실제 마네킹을 일치시킨 후 작업하였으나 향후 연구가 필요할 것으로 보인다. XR 기반 헤어커트교육시스템은 실제 마네킹의 좌표값을 정확히 측정 헤어커트 가이드라인 뿐만 아니라 애견미용 커트 가이드라인 등 가이드라인의 제시가 필요한 산업에 폭넓게 적용할 수 있을 것이다. 향후 다양한 헤어커트 스타일의 가이드라인을 개발하여 미용 전문가뿐만 아니라 일반인들도 쉽게 원하는 헤어커트 스타일을 연출할 수 있는 연구를 수행할 계획이다.

감사의 글

본 연구는 한성대학교 학술연구비 지원과제입니다.

참고문헌

- [1] J.-Y. Kim and Y.-M. Jin, "The Effect of Beauty Education on Work Satisfaction and Work Commitment of Beauty Workers," *Journal of Beauty Art Management*, Vol. 17, No. 3, pp. 31-49, 2023. <https://data.doi.or.kr/10.22649/jbam.2023.17.3.31>
- [2] S.-L. Kang and H.-K. Cho, "Impact of Cyber University's Online Education Quality on Education Satisfaction and Learning Transfer: The Moderating Effect of Personal Innovation," *Journal of Beauty Art Management*, Vol. 18, No. 2, pp. 1-17, 2024. <https://data.doi.or.kr/10.22649/JBAM.2024.18.2.1>
- [3] H. J. Park, S. A. Lee, and S.-J. Kwak, "Study on the Correlation between Learner's Presence, Learning Participation, Practice Concentration and Lecture Satisfaction in the Hair National Technical Certification Course : Focusing on an Experienced Person in Non-face-to-face and Blended Learning Beauty Certification Practice," *The Korean Society of Cosmetics and Cosmetology*, Vol. 13, No. 1, pp. 53-64, 2023.
- [4] Y. S. Lee, A Study on the Extensibility of XR-Based Learning Contents Using Interaction Design, Ph.D. Dissertation, Dongguk University, Seoul, 2022.
- [5] H. S. Shin, A Secondary Art Education Program That Combines Science and Technology in the Age of On-Tact, Master's Thesis, Chosun University, 2023.
- [6] S. Kim, S. Y. Han, and J. Kim, "Hololens-Based Immersive Interactive Storytelling Design: From 'Sit & Watch' to 'Walk & Experience'," in *Proceedings of 2024 Academic Conference on Journal of the HCI Society of Korea*, Seoul, pp. 425-428, 2017.
- [7] S. H. Lee, "Design of Industrial Extended Reality Content Technology using Hand Gesture Recognition," *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, Vol. 27, No. 2, pp. 231-237, February 2023. <http://doi.org/10.6109/jkiice.2023.27.2.231>
- [8] J.-S. Lee, H.-S. Lee, and W.-J. Choi, "Interactive Interface Design Through VR Hand Tracking," *The Journal of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, Vol. 18, No. 1, pp. 213-218, 2023. <https://doi.org/10.13067/jkiecs.2023.18.1.213>
- [9] E.-S. Leem, "Design and Development of XR Contents Authoring Framework for IT Convergence Education," *Journal of Advanced Navigation Technology*, Vol. 24, No. 6, pp. 633-639, 2020. <https://doi.org/10.12673/jant.2020.24.6.633>
- [10] K. H. Lee, Effects on AREL(AR based e-Learning) for

PBE(Practice-based Education) Framework Design, Ph.D. Dissertation, Hongik University Department of Film and Digital Media Design, Seoul, 2016.

- [11] K. H. Kwak and S. J. Park, "The Effects of Maternal Nursing Practice Using Case-Based Extended Reality (XR) Content Programs," *The Journal of Korean Nursing Research*, Vol. 7, No. 4, pp. 159-170, 2023. <https://doi.org/10.34089/jknr.2023.7.4.159>
- [12] M. Fayad and D. Schmidt, "Object-Oriented Application Frameworks," *Communications of the ACM*, Vol. 40, No. 10, pp. 32-38, 1997. <https://doi.org/10.1145/262793.262798>
- [13] K. Kim, "Development of Subject Content for JongmyoJeryeAk for Online-Class Using ADDIE Model," *Journal of Music Education Science*, No. 44, pp. 63-85, 2020. <http://doi.org/10.30832/jmes.2020.44.63>
- [14] S. W. Kim and B. D. Choi, "Development of Game-Based Learning on the Life of Jesus Applying the ADDIE Model," *The Journal of the Korea Contents Association*, Vol. 24, No. 6, pp. 442-450, 2024. <https://doi.org/10.5392/jkca.2024.24.06.442>
- [15] H.-N. Yoon, G.-S. Kim, and N. Moon, "Multi-Marker Augmented Reality System Using Marker-Based Tracking with Vuforia," *Journal of the Korea Society of Computer and Information*, Vol. 24, No. 2, pp. 119-126, 2019. <https://doi.org/10.9708/jksci.2019.24.02.119>
- [16] S. Y. Cha, Development of Digital Textbook on NCS Haircut Content System-Focused on Haircuts for Hairdressers(general) with National Technical Qualifications, Ph.D. Dissertation, Hanseo University, Chungnam, 2022.
- [17] W. J. Jung and C.-S. Youn, "Factors of Form Change by Hair-Cut," *Journal of the Korean Society of Cosmetology*, Vol. 14, No. 3, pp. 893-899, 2008.
- [18] K. D. Kwon, Design and Implementation of Mobile 3D Game Engine on Windows CE Platform, Master's Thesis, Sejong University, 2003.
- [19] E. J. Park, K. H. Ro, "Research on 3D Haircut Guidelines for Haircut Education" *Journal of Digital Contents Society*, Vol. 24, No. 12, pp. 3221-3231, December 2023. <https://doi.org/10.9728/dcs.2023.24.12.3221>



박은정(Eun Jeong Park)

2014년 : 한성대학교 대학원 뷰티예술학과 (예술학 석사)

2024년 : 한성대학교 대학원 스마트융합 컨설팅 학과(공학박사))

2016년~2017년: 한성대학교 뷰티예술대학원 시간강사

2015년~현 재: 디지털서울문화예술대학교 토탈뷰티아트학과 겸임교수

2017년~현 재: 국제뷰티산업진흥협의회 대표

2019년~현 재: 메타누리 대표

※관심분야 : 미용, VR/AR, 이러닝



이경복(Kyung Bok Lee)

2001년 : 남서울대학교

산업공학과(공학사)

2003년 : 고려대학교

산업공학과(공학석사)

2008년 : 고려대학교 산업시스템정보공학과(공학박사)

2010년~2016년: ㈜삼성테크윈

2016년~2018년: ㈜한화에어로스페이스

2018년~2024년: ㈜LG전자

2024년~현 재: 한성대학교 미래모빌리티학과 조교수

※관심분야 : 협동 로봇(Collaborate Robot), 안전제어 시스템(Safety Control System) 등



노광현(Kwang Hyun Ro)

1995년 : 고려대학교 산업공학과 (공학사)

1997년 : 고려대학교 산업공학과 (공학석사)

2001년 : 고려대학교 산업공학과 (공학박사)

2001년~2002년: Ecole des Mines de Paris, Post-Doc

2003년~2006년: 한국전자통신연구원 연구원

2006년~2007년: 한국항공우주연구원 선임연구원

2007년~현 재: 한성대학교 AI융용학과/미래모빌리티학과 교수

※관심분야 : IoT, 지능시스템