

http://dx.doi.org/10.17703/JCCT.2022.8.2.367

JCCT 2022-3-48

비대면 헤어 스타일링 재현을 위한 VR 인터랙션 연구

A Study of VR Interaction for Non-contact Hair Styling

박성준*, 유상욱**, 진성아***

Sungjun Park*, Sangwook Yoo**, Seongah Chin***

요약 최근 뉴노멀시대가 도래하면서 실감형 기술과 언택트 기술은 사회적 관심을 받고 있다. 하지만 헤어 스타일링 분야는 헤어 시뮬레이션을 중점으로 헤어 자체의 연출이나, 개별적인 움직임, 모델링에 초점을 두고 있다. 시대적 요구와 개선된 실습환경 조성을 위해 본 연구에서는 비대면 헤어 스타일링 VR 시스템을 제안하였다. 이론 고찰에서는 기존 헤어 컷 연구 사례에 대해 조사하였다. 기존 헤어 컷 관련 그래픽스 연구는 주로 힘 기반 피드백 위주의 연구이다. 본 논문에서 주장하는 가상환경에서 인터랙티브한 헤어 컷 작업에 대한 연구는 아직 이루어지고 있지 않다. 본 연구에서는 미용에 필요한 동작을 핑거 트래킹이 가능한 VR 컨트롤러에서 미용도구 선택, 자르기, 회전 등이 가능하도록 하였으며 비대면 협업 환경으로 구축하였다. 연구 결과로서, 정확한 헤어 절단 작업을 위해 소지걸이 애니메이션에 따른 핑거 트래킹과 가위의 움직임이 위치 보정에 따른 동기화 작업의 결과와 다중 사용자 기반의 가상 협업 환경에서의 실시간 인터랙티브 헤어 컷 작업을 실험하였다, 비대면 상황에서 헤어 스타일링에 필요한 커트동작에 관한 학습이 가능하게 되었으며 교수자와 학습자는 VR HMD 내장 마이크와 Photon Voice로 상호 간의 의사소통이 가능하게 되었다.

주요어 : 헤어 스타일링, 헤어 트레이닝, 비대면, VR, VR 인터랙션

Abstract With the recent advent of the New Normal era, realistic technologies and non-contact technologies are receiving social attention. However, the hair styling field focuses on the direction of the hair itself, individual movements, and modeling, focusing on hair simulation. In order to create an improved practice environment and demand of the times, this study proposed a non-contact hair styling VR system. In the theoretical review, we studied the existing cases of hair cut research. Existing haircut-related research tend to be mainly focused on force-based feedback. Research on the interactive haircut work in the virtual environment as addressed in this paper has not been done yet. VR controllers capable of finger tracking the movements necessary for beauty enable selection, cutting, and rotation of beauty tools, and built a non-contact collaboration environment. As a result, we conducted two experiments for interactive hair cutting in VR. First, it is a haircut operation for synchronization using finger tracking and holding hook animation. We made position correction for accurate motion. Second, it is a real-time interactive cutting operation in a multi-user virtual collaboration environment. This made it possible for instructors and learners to communicate with each other through VR HMD built-in microphones and Photon Voice in non-contact situations.

Key words : Hair Styling, Hair Training, Non-contact, VR, VR Interaction

*정회원, 성결대학교 미디어소프트웨어학과, 조교수 (제1저자) Received: February 22, 2022 / Revised: March 1, 2022

**준회원, 성결대학교 미디어소프트웨어학과, 학부생연구원 Accepted: March 8, 2022

(참여저자)

*Corresponding Author: solideo@sungkyul.ac.kr

***정회원, 성결대학교 미디어소프트웨어학과, 정교수 (교신저자) Dept. of Media Software, Sungkyul Univ, Korea

접수일: 2022년 2월 22일, 수정완료일: 2022년 3월 1일

게재확정일: 2022년 3월 8일

I. 서론

현대의 헤어 미용은 공중위생상 안전의 역할을 넘어서 개인의 성향과 취향을 표출하는 또 다른 아이덴티티로 자리 잡고 있다 [1]. 시대와 유행에 따라 헤어스타일은 시시각각 변화하고 있어 헤어 디자이너는 새로운 헤어스타일을 창출하고 유행을 이끌어야 한다 [2]. 하지만 헤어 디자이너의 경력과 센스, 고객의 두상과 모발상태에 따라 서비스 만족도가 달라진다 [3]. 이를 위해, 헤어 디자이너는 끊임없이 커트, 퍼머먼트, 염색 등 헤어스타일 연출을 연습해야 한다. 하지만 연습에 필요한 재료나 도구뿐만 아니라 시간과 비용도 만만치 않게 소요된다. 최근에는 COVID-19의 장기화로 인해 뉴노멀 시대가 도래하면서 실습환경 조성이 어려워 영상강의나 오프라인으로 진행되고 있다 [4]. 따라서, 새로운 헤어스타일링 실습환경이 필요하다. 본 연구에서는 가상 공간에 실습환경으로 구축된 VR 헤어스타일링을 제안한다. 미용교사의 비대면 미용 온라인 수업에 대한 인식 및 장애요인, 효과성에 대한 연구 [5]에 따르면 비대면 온라인 강의는 기존의 대면 강의와 달리 학습자에게 지속적으로 학습에 참여할 수 있도록 동기를 부여해야 하는 등 다양한 방법을 모색해야 하는 어려움이 있고, 학습자 역시 자기 주도적 학습 및 문제해결 능력을 길러야 학습격차가 생기는 것을 방지할 수 있다고 설명한다. 또한, 대부분의 학습은 온라인 동영상과 같은 콘텐츠 학습으로 진행되고 있어 실제 경험이 부족한 상태이다. 본 연구에서 제안한 VR 헤어스타일링은 실제와 같은 헤어모델을 스캔하여 가상공간에 생성하고 커트, 퍼머먼트 등 상호작용에 필요한 동작을 VR 인터랙션이 가능하도록 하며 원격지에 있는 교수자와 학습자 간의 실시간 의사소통이 가능하게 한다. 가상환경에서 시간과 비용을 절약하고 공간적 제약으로부터 자유롭기 때문에 미용훈련에 용이할 것이다. 또한, 미용도구로부터 나오는 화학물질에 대한 유해성으로부터 자유롭게 된다. 본 논문에서는 첫째로 VR 환경에서 미용실습이 가능하도록 VR 인터랙션 동작을 정의하여 적용한다. 둘째로 비대면 협업 환경을 구축하여 학습격차를 최소화하고 의사소통을 강화하여 지속 가능한 학습동기를 부여한다.

II. 이론 고찰

3D Hair 스타일에 대한 모델링 연구는 오래 동안 CG분야에서 다뤄지고 있는 중요한 연구 주제이다. 그림 1은 2007년 North Carolina 대학에서는 햅틱 디바이스를 활용하는 Virtual Hair Salon를 구현하였다 [6]. 이 시스템은 가상현실 환경에서 헤어스타일 뷰티 작업을 위한 인터랙티브 기능을 적용한 최초의 연구라고 할 수 있다. 특히, 햅틱 디바이스를 활용하여 에어 커팅을 수행할 때 음향뿐만 아니라 커팅 할 때의 바이브레이션 Force Feedback을 주어서 사용자로 하여금 현실감을 극대화 할 수 있도록 설계된 시스템이다. 본 연구에서는 Valve Controller를 이용하여 Force Feedback으로서 바이브레이션 기능을 추가하여 헤어 컷을 할 때 좀 더 몰입감을 줄 수 있도록 구현하였다.

도쿄대학에서는 3D Hair 머리 모양을 세밀한 가닥 기반에서 모델링 연구를 진행하고 있다 [7]. 가상현실 기반에서 현실과 비슷한 헤어스타일을 모델링 하는 방법으로 가닥 모델링 기반의 알고리즘을 소개하고 있다. 가닥 기반의 모델링 작업은 여러 개의 가닥을 합성 또는 변형하여 새로운 머리 가닥의 움직임 표현하는 알고리즘이다. 기존의 모델링 보다는 매우 정교한 헤어 모델링을 실시간 만들어 낸다. 새로운 3D 머리카락을 실시간에 만들어 내기 위해서 학습 기반의 인공지능을 사용하고 있다. 그러나 헤어 모델링에만 한정되어 있어서 본 논문에서 제안하는 직접 헤어스타일을 사용자의 얼굴에 맞게 자르는 작업을 수행할 수 없기 때문에 일반적으로 헤어 컷 교육에 적용하기가 쉽지 않다.



그림 1. 햅틱 디바이스를 적용한 헤어 살롱 시스템
Figure 1. Hair salon system with haptic device

그림 2는 최근 IT기업인 아마존이 공개한 미용실 ‘아마존 살롱’으로 뷰티 헤어 케어를 받으면서 전면에 보이는 거울을 증강 기술을 접목하여 VR 디스플레이로 구현한 연구이다. 사용자들은 자신의 헤어스타일을 VR 환경에서 미리 살펴 볼 수 있도록 시스템을 개발하였다.

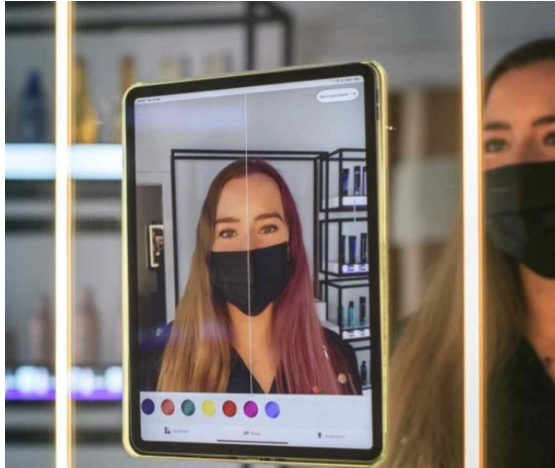


그림 2. 아마존에서 개발한 VR 아마존 살롱
 Figure 2. The VR Amazon salon developed by Amazon

III. 연구 방법

1. 헤어스타일링 VR 시스템

1.1 개발환경

1) 시스템 구성도

본 연구에서는 헤어 스타일링을 위한 VR 인터랙션 정의와 비대면 협업 환경 구현에 목적이 있다. 전체 시스템 구성도는 그림 3과 같다.

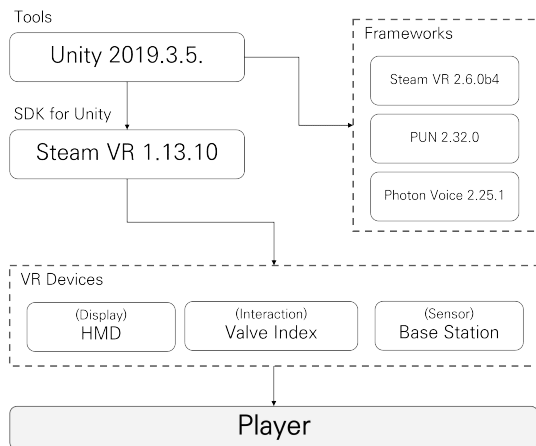


그림 3. 시스템 구성도
 Figure 3 System diagram

시스템은 Unity 3D 2019.3.5. 개발엔진에서 Steam VR과 Photon Engine 기반의 PUN2 클라우드와 Photon Voice 보이스 챗으로 실행된다. VR 시뮬레이션 장비는 머리에 장착하는 디스플레이인 HMD, 오브젝트와 상호작용이 가능한 컨트롤러와 사용자와 공간 트래킹이 가능한 베이스 스테이션으로 구성되어 있다.

1.2 VR 인터랙션 정의

1) VR 컨트롤러 바인딩

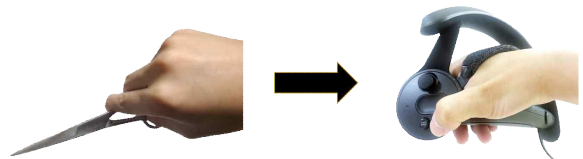


그림 4. Valve Index 컨트롤러를 활용한 헤어 커트 동작 매핑
 Figure 4. Mapping hair cut motion using Valve Index controllers

실제와 같은 미용동작을 VR 인터랙션으로 재현하기 위해서는 그림 4와 같이 미용커트에서 요구되는 동작에 따라 핑거 트래킹이 가능한 컨트롤러에 바인딩 동작을 매핑해야 한다 [8-9].

매핑된 동작은 다음과 같다. 그림 5, (a)와 같이 미용가위의 소지걸이와 연결된 환에 약지를 넣고 아래 환에 엄지손가락을 넣어 그림 5, (b)와 같이 약 90도의 가동 범위에서 가위를 벌리고 그림 5, (c)와 같이 가위를 오므릴 수 있다.

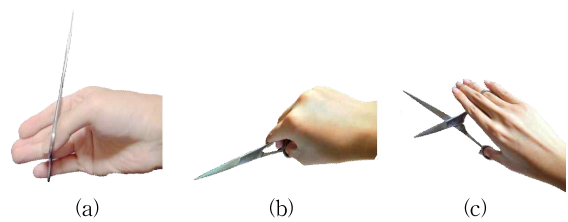


그림 5. 헤어 커트를 위한 매핑된 동작
 Figure 5. Mapped motion for hair cut

2) VR 컨트롤러 커스텀 동작

표 1은 본 연구에서 정의된 VR 인터랙션의 바인딩 정의서이다. 첫째로 바인딩 동작 매핑은 Unity 3D, SteamVR Input의 바인딩 변수를 선언하고 SteamVR Binding에 변수 값을 적용하였다. 다음으로 미용커트에서 요구되는 동작을 구현하기 위해 스크립트에서

SteamVR_Action_Boolean/Single로 선언된 변수를 GetState/GetAxis로 구분하여 동작을 정의하였다. GetState는 GetStateUp/GetStateDown/GetState로 분류되며 각각 눌렀다 뗐을 때, 눌렀을 때, 누르고 있을 때를 표현한다. GetAxis는 -1.0f - 1.0f 사이의 범위의 값을 리턴한다.

표 1. 바인딩 파라미터
Table 1. Binding parameters

Parameter		Active state
Boolean	interactUI	GetStateDown
	ABtn	GetStateDown
	BBtn	GetStateDown
	snapTurnRight	GetState
	snapTurnLeft	GetState
Single	touchForce	GetAxis
		squeeze_value

interactUI는 컨트롤러의 트리거 그림 6, (a)를 당겨 미용도구를 선택하고 변경할 수 있다. UI 인터랙션은 Box Collider가 적용된 UI에 SteamVR_LaserPointer 이벤트를 할당받고 메소드를 오버라이딩 한다. 즉, 충돌되었을 때, OnPointerEnter(), 충돌이 되지 않았을 때, OnPointerExit() 그리고 트리거를 당겼을 때, OnPointerClick()로 구분하여 인터랙션된다. ABtn은 GetState Down으로 A버튼 그림 6, (b)를 눌렀을 때, 헤어모델에 커트동작을 가능하게 한다. BBtn은 GetStateDown으로 B버튼 그림 6, (c)를 눌렀을 때, GUI가 실행된다. snapTurnRight/snapTurnLeft는 조이스틱 그림 6, (d)로 회전을 가능하게 한다. touchForce는 터치패드 그림 6, (e)에 누르는 강도를 인식하여 향후 클리퍼 등 다양한 미용도구 조작을 용이하게 할 예정이다. 최대값 1.0f부터 최소값 0.0f로 조절이 가능하다.

2. 비대면 협업 시스템

2.1 비대면 협업 환경 구축

비대면 협업 환경은 멀티플레이어가 수반되어야 한다. 원격지에 있는 사람과 실시간으로 동기화되고 디테일한 연출을 위해 상호 간의 소통이 가능해야 하기 때문이다. 본 연구에서는 그림 5와 같이 Photon View를 활용하였다. Photon View란, PUN2에서 제공하는 멀티플레이어 동기화 기능이다. 동기화는 컴포넌트와 script를

활용한 IPunObservable, OnPhotonSerializeView를 제공한다. 이는 원격 프로시저 호출이 가능하게 한다. 변화된 사항을 Photon View가 관찰하여 동기화시키는 형태이다 [10].



그림 6. Valve Index 컨트롤러 커스텀 동작
Figure 6. Valve Index controller customized motion

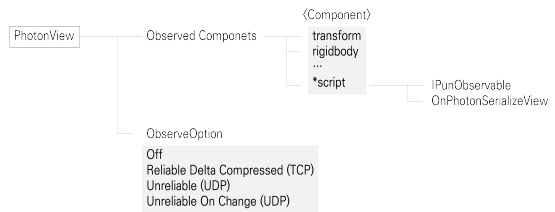


그림 7. 멀티플레이어 동기화 구성도
Figure 7. Multiplayer synchronization diagram

이를 위해, Photon Engine에서 App ID를 발급받아 Unity 3D에 적용시켜야 한다. 본 연구는 보이스 챗 기능을 포함하기 때문에 PUN2, Photon Voice의 App ID를 발급받았다.

2.2 비대면 협업환경

그림 8은 비대면 협업 환경이다. 해당 공간에서 교수자와 학습자 간의 의사소통은 하드웨어 VR HMD의 내장 마이크와 클라이언트(소프트웨어) Unity 3D, Photon Voice로 가능하다.

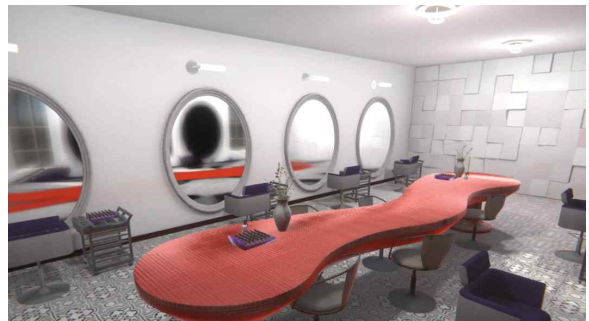


그림 8. 비대면 협업환경 [10]
Figure 8. Non-contact collaboration environment

IV. 연구결과

비대면 협업 환경에서 헤어 컷 작업을 동시에 수행하기 위해서는 헤어컷에 대한 모션 트래킹이 실시간 이루어져야 한다. 본 논문에서 사용한 밸브 인덱스 컨트롤러는 다른 손 모양 트래킹 디바이스에 비해 그림감을 사용자에게 그대로 전달해 줄 수 있는 VR 인터페이스다. 특히, 미용 가위에서 사용하는 엄지와 약지를 사용하는 소지걸이와 같은 손가락 트래킹 동작하도록 최적화 되어 있다.

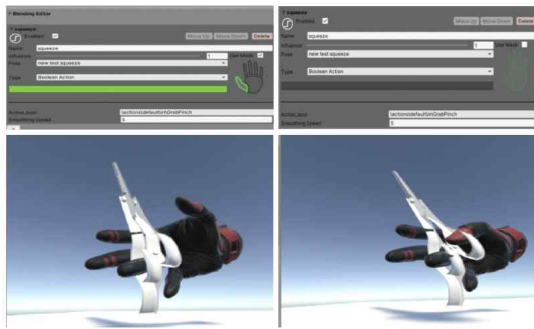


그림 9. Skeleton Poser의 위치 보정
 Figure 9. Position correction of skeleton poser

본 논문에서는 미용 동작을 위해 핑거 트래킹을 구현하였고 그림 9는 이에 대한 결과 화면이다. 소지걸이에서 중요한 구현 방법은 엄지와 약지와 각도 조절이 필요하다. 본 연구에서는 손모양의 Skeleton Poser 위치 값을 가위와 일치하기 위한 보정 작업을 수행하였다. 보정 작업을 하지 않으면 가위의 위치와 일정량의 오류가 발생한다.

다음으로, 본 논문에서는 다중 사용자 참여 기반의 가상 협업 환경에서 미용 작업을 수행하였다. 헤어 모델을 사람의 얼굴 모형에 따라 매칭 작업을 통해 헤어 스타일을 가져오게 되고 실시간 인터랙티브 기능을 적용하여 컷팅 작업을 할 수 있다.

그림 10과 11은 가상 협업 공간에서 헤어컷을 위한 인터랙션 방법을 나타내고 있다. 그림 10은 헤어 앞모습에서의 동작이며, 그림 11은 뒤 모습에서의 인터랙션 방법이다.

V. 결론

뉴노멀 시대가 도래하면서 많은 변화가 관찰되었다. 그 중에서 실감형 기술과 언택트 기술은 사회적 관심을



그림 10. 핑거 동작을 통한 VR 미용 작업 결과(앞 모습)
 Figure 10. VR haircut through finger motion tracking

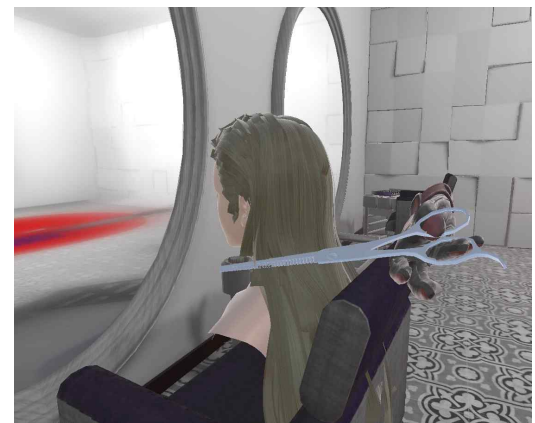


그림 11. 핑거 동작을 통한 VR 미용 작업 결과(뒤 모습)
 Figure 11. VR haircut through finger motion tracking

받고 있다. 하지만 헤어 스타일링 분야는 헤어 시뮬레이션을 중점으로 헤어 자체의 연출이나, 개별적인 움직임, 모델링에 초점을 두고 있다. 시시각각으로 변화하는 헤어스타일 유행과 고객의 니즈를 충족시키기는 어려운 실태이다. 이에 따라, 본 연구에서는 비대면 헤어 스타일링 VR 시스템을 제안하였다. 먼저 관련 연구를 통해 비대면 미용 학습환경에 필요한 요소를 파악하였다. 다음으로 미용동작에 필요한 VR 인터랙션 동작을 정의하고 적용하였다. 정의된 동작은 핑거 트래킹이 가능한 VR 컨트롤러에서 커스텀 바인딩 매핑으로 미용도구 선택, 자르기, 회전 등을 구현하였다. 이로써, 비대면 상황에서 헤어 스타일링에 필요한 커트동작에 관한 학습이 가능하게 되었으며 교수자와 학습자는 VR HMD 내장 마이크와 Photon Voice로 상호 간의 의사소통이 가능하게 되었다. 향후 연구에서는 자기 주도적 문제학습 및 문제해결 능력을 기르기 위해 3D 헤어모델에 레이어를 씌어 스파니엘 커트, 이사도라 커트, 그레듀에이션

컷트, 레이어드 컷트 등 컷트 4종을 컴퓨팅 모듈로 개발하여 가상 레이어를 덮어 씌어 적용할 계획이다. 또한, 고객의 두상 정보 및 헤어 정보를 미용사에게 넘기며 미용사는 고객과 실시간 피드백을 통해 이를 이용하여 원격으로 고객의 니즈를 반영하여 원하는 헤어 디자인을 연출할 수 있는 맞춤형 기술로 발전시킬 계획이다. 기존까지 헤어 연출, 모델링에 중점을 둔 연구와 달리 본 연구에서 제안한 비대면 VR 헤어 스타일링이 가능해짐에 따라 헤어 디자인이라는 복잡하고 미적인 분야를 XR 시스템에 연결시켜 헤어 스타일링 교육뿐만 아니라 나아가 실제 매장을 방문하여 제한된 미용사에게 제안을 받고 상상에 의존하여 미용이 이루어졌던 기존 방식에서 벗어나 고객의 니즈를 충족시킬 수 있게 될 것이다.

References

- [1] Fink. B, Hufschmidt. C, Hirn. T, Will. S, McKelvey. G, Lankhof. J, "Age, health and attractiveness perception of virtual (rendered) human hair," *Frontiers in psychology*, Vol. 7, pp. 1893, Dec 2016. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.01893>
- [2] K.H. Kim, E.Y. Kim, "A Comparison of the Social Perception of Hairdressers," *The Journal of the Convergence on Culture Technology (JCCT)*, Vol. 6, No. 2, pp. 177-182, May 2020. DOI: <https://doi.org/10.17703/JCCT.2020.6.2.177>
- [3] E. J. Ryu, H. N. Shin, "The Differences Perception of Services Quality by Career of Hair Salon Workers' - Focus of Technology Services Quality and Explanation Services Quality," *Journal of the Korean Society of Design Culture (KSDC)*, Vol. 23, No. 2, pp. 181-192, June 2017. DOI: <http://doi.org/10.18208/ksdc.2017.23.2.181>
- [4] Pikoos. T. D, Buzwell. S, Sharp. G, Rossell. S. L, "The COVID 19 pandemic: Psychological and behavioral responses to the shutdown of the beauty industry," *International Journal of Eating Disorders*, Vol. 53, No. 12, pp. 1993-2002, Sep 2020. DOI: <https://doi.org/10.1002/eat.23385>
- [5] E. H. Kim, S. H. Kim, "Analysis of Cosmetology Teachers' Perception of Untact Online Cosmetology Courses and their Barriers and Effectiveness," *Journal of The Korean Society of cosmetology*, Vol. 27, No. 3, pp. 655-666, June 2021. DOI: <https://doi.org/10.52660/JKSC.2021.27.3.655>
- [6] Kell W, Nico G, and Ming C. Lin, "A Simulation-based VR System for Interactive Hairstyling", *Teleoperators & Virtual Environments*, DOI:10.1162/pres.16.3.237
- [7] Lieu-Hen Chen, Santi Saeyor, Hiroshi Dohi, Mitsuru Ishizuka, "A system of 3D hair style synthesis based on the wisp model", *Journal of Computer*, Vol.15, pp.159-170, 1999. DOI:10.1.177.4.131
- [8] S. H. Shim, "A Study on the Hair Beauty Textbook Based on the of National Competency Standards (NCS)," *The Journal of the Korea Contents Association*, Vol. 21, No. 5, pp. 200-220, May 2021. DOI: <https://doi.org/10.5392/JKCA.2021.21.05.200>
- [9] Ward. K, Galoppo. N, Lin. M. C, "A simulation-based VR system for interactive hairstyling," *in Proc. IEEE Virtual Reality Conference (VR 2006)*, pp. 257-260, Mar 2006. DOI: <https://doi.org/10.1109/VR.2006.17>
- [10]Jing Du, Yangming Shi, Chao Mei, John Qiales and Wei Yan, "Communication by Interaction: A Multiplayer VR Environment for Building Walkthroughs", *Construction Research Congress 2016, ASCE*, 2016. DOI:<https://doi.org/10.1061/9780784479827.227>

※ 본 논문은 2021년 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구이며(No. 2021R1F1A104540111) ISAAC 2021의 확장판임.