

원격지 공간 가상 휴먼 가이드 영향 분석

Effects on the Virtual Human Guide of Remote Sites

Jin-Ho Chung¹ · Dongsik Jo^{1*}^{1*}Assistant Professor, School of IT Convergence, University of Ulsan, Ulsan, 44610 Korea

ABSTRACT

Recently, immersive VR/AR contents have actively increased, and various services related to VR/AR allow users to experience remote places. For example, if failure situations occur frequently in factory of the remote site, mixed reality (MR) with a synthetic virtual human expert in reconstructed remote location can help immediate maintenance task with interaction between the operator and the virtual expert. In this paper, we present a technique for synthesizing the virtual human after capturing a 360-degree panorama of a remote environment, and analyze the effects to apply a method of guiding virtual human by interaction types. According to this paper, it was shown that co-presence level significantly increased when verbal, facial expression, and non-verbal animation of the virtual human was all expressed.

Keywords : Remote environments, Virtual Human, Guide, Effects, VR/AR, Collaboration, Co-presence

I. 서 론

최근 원격지 공간의 제어 및 가이드를 위한 방법에 대한 연구가 활발히 진행되고 있고, 특히 원격지의 고장 상황을 즉각적으로 해결하기 위해 몰입형 가상현실 (VR) 공간의 실감 콘텐츠를 활용하는 사례가 증가하고 있다[1]. 이 때 가상의 공간을 체험하는 사용자들에게 원격지 공간을 360도로 캡처하여 제시함으로써 원격지에

직접 가지 않아도 실제 환경을 둘러보는 듯한 느낌을 제공할 수 있다[2]. 또한, 메타버스 서비스에 대한 관심이 증가하면서 원격지에 떨어져 있는 사용자들을 위한 가상 아바타 및 가상 휴먼 콘텐츠의 개발도 급속히 늘어나고 있는 상황이다[3]. 예를 들면, 산업체에서 고장 상황이 빈번히 일어나고 이를 위한 기존의 2D 기반의 매뉴얼은 이해가 직관적이지 않고, 유지보수 전문가와 즉각적인 상호작용이 어렵다. 이 때 원격지를 실제 캡처한 공간에 가상 휴먼을 합성하여 고장 상황에서 수리 전문가와 같은 가이드를 제공하면 전문가를 통해 정보를 받는 것과 같은 형태로 즉각적인 대처에 대한 경험을 수행할 수 있을 것이다. 최근, 몰입형 가상 공간에서 다양한 형태로 원격지 환경에 대한 가이드를 제시할 수 있는 방법과 영향 분석을 시도하였지만 가상 휴먼을 포함한 가이드에 대한 비교 분석은 부족한 상황이다[4].

따라서, 본 논문에서는 원격지 환경을 360도 파노라마 캡처를 수행하고, 가상 휴먼 합성하여 원격지 고장 상황을 가이드하였을 경우 가상 휴먼의 상호작용 형태에 따라 사용자가 즉각적으로 대처할 수 있는 인지 능력과 몰입도에 대한 영향 분석을 수행하였다. 본 논문의 기술을 바탕으로 산업 공장, 의료시설, 학교 등 원격지의 다양한 공간을 가상 휴먼과 합성하여 사용할 수 있으며 서로 떨어져 있는 원격지 간 의사소통 및 가이드에 대한 긍정적인 효과를 제공할 수 있을 것으로 본다. 또한, 기존의 2D 기반의 매뉴얼의 한계를 극복할 수 있으며 원격지에 전문가가 직접 방문하지 않더라도 원격지에서 유지보수를 원활하게 진행하는데 도움을 제공할 수 있을 것으로 본다[5].

II. 원격지 공간 데이터 가상 휴먼 합성

2장에서는 원격지 공간 캡처 기반 가상 휴먼 합성 및 가이드 기술을 제시하기 위한 과정을 나타내고자 한다. 먼저, 오프라인으로 원격지 환경을 분석하여 오차 없이

Received 27 July 2022, Revised 29 July 2022, Accepted 4 August 2022

* Corresponding Author Dongsik Jo(E-mail:dongsikjo@ulsan.ac.kr, Tel:+82-52-259-1647)
Assistant Professor, School of IT Convergence, University of Ulsan, Ulsan, 44610 Korea

Open Access <http://doi.org/10.6109/jkiice.2022.26.8.1255>

print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165



Fig. 1 Virtual human guide to operate remote sites: This system consists of mixing immersive virtual environments by a capturing process and a virtual human playing the role of a teacher.

캡처할 수 있는 위치를 파악하고, 360도 파노라마 캡처를 수행한다. 이 때 실제 공간을 캡처하는 것이므로 캡처할 때 오류를 줄이기 위해 주변에서 위치 이동이 가능한 물체나 사람의 움직임에 주의해야 한다. 본 논문에서는 원격지의 실제 환경을 캡처하기 위해 360도 원격지 환경 복원(Reconstruction) 데이터를 추출할 수 있는 Matterport 장치를 사용하였다[6]. 이 장치는 상/중/하 3개의 딥스 카메라(depth cameras)를 이용하여 특정 위치에서 360도 회전하면서 3D스캔을 수행하여 360도 공간을 캡처하고, 원격지 각각의 위치에서 캡처한 360도 공간 데이터를 특징점을 기반으로 매칭하는 방법으로 하나의 3D 공간을 구성한다. 즉, 캡처 볼륨을 벗어나는 넓은 공간을 캡처를 하기 위해서는 여러 위치에서 해당 스캔 프로세스를 수행하여야 한다. 그 다음, 사용자와 가상휴먼이 상호작용 할 수 있도록 캡처한 공간에 가상휴먼을 합성하였다. 이를 위해 캡처한 3D 공간 데이터를 추출하여 Unity3D 가상현실 콘텐츠 저작도구를 이용하여 원격지 공간 데이터를 탑재(import) 하였고, 가상휴먼을 합성하였다. 가상 휴먼은 사용자에게 현실감 있는 가이드 정보를 제공할 수 있도록 현실감을 제공할 수 있도록 음성, 얼굴 표정, 제스처 동작 등 멀티모달 정보를 실제 사람과 유사한 형태로 적용하였다. 가상 휴먼의 애니메이션 동작은 모션 캡처 데이터를 제공하는 믹사모(Mixamo) 프로그램을 이용하였고[7], 가상 휴먼 얼굴의 립싱크 동작의 표현은 LipSync Pro 프로그램을 활용하였다[8].



Fig. 2 The result of applying facial motion of a virtual human based on a real human: It can express virtual human's facial motion in real-time.

그림2는 가상 휴먼의 음성과 얼굴 표정을 표현하기 위한 방법을 제시하고 있다. 원격지에서 가상 휴먼을 대신하는 전문가의 음성과 얼굴 표정을 기반으로 실시간으로 전송할 수 있도록 구성하였다. 얼굴 표정의 경우 얼굴 모션 캡처와 유사한 방식으로 실제 사람의 얼굴 특징점(특히, 입술 특징점을 중심으로 처리함) 기반으로 가상 휴먼의 얼굴에 동작을 매핑하는 방식으로 하였다. 이 때 가상 휴먼의 얼굴 동작은 모음을 기반으로 파라미터를 조절하여 얼굴의 모양과 변화량을 제어하도록 하였다. 물론, 해당 내용은 오프라인으로 미리 음성을 저장하고, 가상 휴먼의 립싱크 동작을 편집하여 사용할 수도 있다.



Fig. 3 The result to interact with the virtual human in the reconstructed remote site: The user listens to the explanation with the virtual human about the failure situation of a remote factory.

그림3은 Unity3D 저작도구를 이용하여 캡처한 원격지 공간 데이터와 가상휴먼을 합성한 하나의 결과이다.

사용자는 Head-mounted display(HMD)를 통해 몰입 공간 가시화 결과를 볼 수 있고, Wizard-of-Oz 방식으로 실시간으로 가상휴먼을 자연스럽게 상호작용할 수 있고, 원격지 공간의 센서 고장 상황에 대해 가상 휴먼을 통해 설명을 들을 수 있도록 하였다. 이를 통해 사용자는 직접 원격지에 가지 않아도 실제 환경을 둘러 볼 수 있어 현장감을 느낄 수 있으며 시간과 장소에 구애받지 않고 체험할 수 있다. 표 1은 사용자와 가상 휴먼과의 상호작용을 수행하는 시나리오 형태를 제시한다. 원격지 공간에 합성된 가상 휴먼과 사용자는 3가지 형태 (음성만 재현, 음성/얼굴 표정 제시, 음성/얼굴표정/전신 제스처 제시)의 상호작용 방법을 기반으로 몰입형 공간에서 소통하는 것이 가능하도록 하였다.

Table. 1 User's Interaction Scenario with the Virtual Human: The user can communicate with the virtual human based on his/her interaction.

Scenario	Interaction Task
(V) Verbal interaction	User can only hear sound when interacting with the virtual human.
(VF) Mixed interaction with facial animation	Voice and facial expressions are expressed by the virtual human.
(VFG) Mixed interaction with facial animation and non-verbal expression	Voice/verbal, facial expressions, and non-verbal (or gestural) animation are expressed by the virtual human.

III. 가상 휴먼 가이드 효과 분석

본 논문에서는 원격지의 상황을 3D로 제공하기 위해 360도 카메라를 이용하여 원격지 공간을 캡처하고, 3D reconstruction 데이터를 기반으로 가상 휴먼을 합성하여 가이드를 제공하는 시나리오를 사용자에게 제공한다. 원격지의 사용자는 HMD를 통하여 실제 원격지 상황에 대한 설명을 가상 휴먼으로부터 가이드 받을 수 있도록 하였고, 오쿨러스 퀘스트 장치를 이용하였다[9]. 표 2는 본 논문에서 수행한 원격지 공간과 가상 휴먼의 몰입형 가상현실 시스템에 따른 사용자의 설문 문항이다. 설문 문항은 가상현실 환경에서 평가를 수행하기 위한 척도를 기반으로 수행하였고, 7-likert scale로 평가하였다[10]. 본 논문에서는 몰입형 공간에서 가상 휴먼과의 상호작용 효과를 분석하기 위해 몰입도(Immersion),

이해도(Understanding), 존재감(Co-presence) 3가지 항목을 측정하였고, 실험의 독립변수는 표1의 상호작용 시나리오에 따라 구성하였다. 여기에서 존재감(Co-presence)은 가상 휴먼과 몰입형 공간에 함께 있는 듯한 느낌에 관한 측정 방법으로 가상현실 콘텐츠 제작 및 가상 휴먼 상호작용 반응과 관련된 성능을 평가하는데 널리 사용하고 있다[11]. 실험에 참석한 사용자는 10명(남: 8명, 여: 2명) 대학생을 대상으로 수행하였다.

Table. 2 Survey Questions

Measure	Question
Immersion	Compared to the 2D method, the level of immersion in the virtual environment was increased.
Understanding	Comprehension was increased according to interaction with the virtual human.
Co-presence	The feeling of being with the virtual human together.

그림 4는 본 실험에서 제시한 가상 휴먼 상호작용에 따른 효과 분석 결과이다. 구성된 실험에 따른 결과는 몰입도 측면에서 가상 휴먼의 음성만 제공할 경우(그림 4 V의 경우) 평균 5.2 (7점 만점 기준, 표준편차 0.72), 가상 휴먼의 음성/얼굴 표정을 제공할 경우(그림 4 VF의 경우) 평균 5.3 (7점 만점 기준, 표준편차 0.65), 가상 휴먼의 음성/얼굴 표정/제스처 모두를 제공할 경우(그림 4 VFG의 경우) 평균 5.9(7점 만점 기준, 표준편차 0.83)로 나타났다. 그리고, 이해도 측면에서는 각각의 평균이 4.9, 5.4, 5.6으로 나타났다. 마지막으로 같은 공간에 함께 있는 듯한 느낌을 측정하는 존재감 측면에서는 각각의 평균이 4.6, 4.8, 6.1으로 나타났다. 특히, 가상 휴먼의 음성/얼굴표정/제스처 동작 모두를 표현하였을 경우 전반적으로 더 크게 그 효과가 향상된다는 것을 알 수가 있고, 존재감의 결과가 다른 파라미터에 비해 더 크게 차이가 나는 것을 알 수 있었다.

추가적으로 설문지를 통해 실험에 참여한 사용자들에게 해당 시스템의 부족한 사항을 주관으로 문의를 한 결과 넓은 몰입 공간 제공, 3D 공간 컨트롤에 대한 어려움 등에 대해 답변을 주었다. 즉, 지속적인 인터페이스 측면에서는 상호작용성 측면에서 기술적인 진보가 필요함을 알게 되었다.

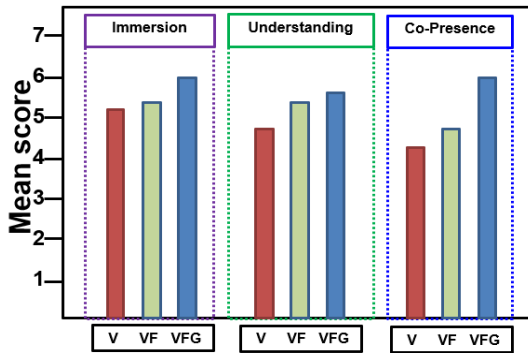


Fig. 4 The survey results of our experiments.

IV. 결론 및 추후 연구

최근, 메타버스를 이용한 VR/AR 실감 콘텐츠의 체험의 기회가 늘어나고 있지만 디자이너에 의해 제작된 몰입 콘텐츠 제공하는 것이 전반적이다. 본 논문에서는 실제 원격지 공간을 캡처한 데이터에 가상 휴면을 합성하여 원격지에 직접 가지 않아도 사용자들에게 마치 실제 공간에 있는 듯한 공간감과 현실감을 제공하는 방법을 제시하였다. 또한, 사용자들은 가상 휴면을 조작하여 원격지 공간에 대한 상황에 대한 가이드를 받을 수 있도록 하였다. 향후 본 연구를 확장하여 원격지 기반 교육 등에 적용할 계획이다. 먼저, 가상 휴면 가이드 효과를 정밀하게 분석하여 단순 상호작용과 멀티모달 상호작용의 비교를 수행할 계획이다. 추후 개발되는 가상 휴면의 표정 및 시선처리를 자연스럽게 하여 더욱 현실적인 가상휴면을 구현할 필요가 있고, 여러 명의 사용자가 함께 가상 휴면과 서로 상호작용을 할 수 있도록 할 계획이다. 또한, 원격지 3D 복원 데이터의 정밀도를 높일 수 있도록 할 계획이고, 도메인 지식 데이터베이스를 구축하여 자동화된 원격지 상황에 따른 정보를 제시할 수 있는 방법을 추가할 계획이다.

ACKNOWLEDGEMENT

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education(2021R111A3060198)

REFERENCES

- [1] S. Choi, D. Lee, and D. Jo, "Virtual human Synthesis Based on Remote Space Capture," in *Proceedings of the Korean Institute of Information and Communication Science*, Busan, Korea, pp. 571-572, 2022.
- [2] Z. Li, T. Teo, L. Chan, G. Lee, M. Adcock, M. Billighurst, and H. Koike, "OmniGlobeVR: A Collaborative 360-Degree Communication System for VR," in *Proceedings of the 2020 ACM Designing Interactive Conference*, Eindhoven, Netherlands, pp. 615-625, 2020.
- [3] A. Erickson, N. Norouzi, K. Kim, R. Schubert, J. Jules, J. J. LaViola Jr., G. Bruder, and G. F. Welch, "Sharing Gaze Rays for Visual Target Identification Tasks in Collaborative Augmented Reality," *Journal on Multimodal User Interfaces*, vol. 14, no. 4, pp. 353 - 371, Jul. 2020.
- [4] C. M. de Melo, K. Kim, N. Norouzi, G. Bruder, and G. Welch, "Reducing Cognitive Load and Improving Warfighter Problem Solving with Intelligent Virtual Assistants," *Frontiers in Psychology*, vol. 11, no. 554706, pp. 1 - 12, Nov. 2020.
- [5] K. Kim, C. M. de Melo, N. Norouzi, G. Bruder, and G. F. Welch, "Reducing Task Load with an Embodied Intelligent Virtual Assistant for Improved Performance in Collaborative Decision Making," in *Proceedings of IEEE International Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (IEEE VR)*, Atlanta: GA, USA, pp. 529-538. 2020.
- [6] Matterport [Internet]. Available: <https://matterport.com/>.
- [7] Mixamo [Internet]. Available: <https://www.mixamo.com/>.
- [8] LipSyncPro [Internet]. Available: <https://lipsync.rogodigital.com/>.
- [9] OculusQuest [Internet]. Available: <https://www.oculus.com/experiences/quest/>.
- [10] C. C. Preston and A. M. Colman, "Optimal number of response categories in rating scales: Reliability, validity, discriminating power, and respondent preferences," *Acta Psychologica*, vol. 104, no. 1, pp. 1-15. Mar. 2000.
- [11] T. Teo, G. A. Lee, M. Billighurst, and M. Adcock, "Hand Gestures and Visual Annotation in Live 360 Panorama-based Mixed Reality Remote Collaboration," in *Proceedings of the 30th Australian Conference on Computer-Human Interaction (OzCHI '18)*, Melbourne, Australia, pp. 406-410, 2018.