

가상현실을 이용한 스케일링 훈련 시스템 설계 및 구현

이효승* · 최우진**

Design and Implementation of Scaling Training System Using Virtual Reality

Hyo-Seung Lee* · Woo-Jin Choi**

요약

스케일링 작업은 치과 잇몸치료 가운데 가장 기본적인 작업 중 하나로 치아에 붙어 굳은 치석을 제거하는 것이다. 그러나 미숙하고 전문적이지 못한 치석 제거로 잇몸에 손상을 입어 피가 다량 발생하거나, 치아에 타격을 줄 수도 있다. 이러한 이유로 스케일링의 경우 다양한 사람들의 잇몸 구조에 따라 섬세하게 작업해 주어야 하며, 충분한 실습이 이루어져야 한다. 대학의 관련 학과에서는 스케일링 실습을 진행하고 있다. 하지만, 충분한 실습을 해보지 못한 학생들의 관점에서 대상자를 선정하여 실습을 진행하는 일이 결코 쉬운 일이 아니며, 실습 대상자 역시 불편하고 불안하여 실습 참여를 피할 수 있다. 이에 본 연구에서는 가상현실을 이용해 실제 대상자가 아닌 가상의 환자를 제작하여 다양한 잇몸의 형태를 단계별로 구현하여 반복적인 실습과 다양한 스케일링 경험을 쌓을 수 있도록 가상현실 실습 시스템을 설계 및 구현하였다.

ABSTRACT

Scaling is one of the most basic dental gum treatments and involves removing tartar that has hardened on teeth. However, inexperienced and unprofessional removal of tartar may damage the gums, resulting in excessive bleeding or damage to the teeth. For this reason, scaling must be done delicately according to the gum structure of various people, and sufficient practice must be provided. Related departments at the university are conducting scaling exercises. However, from the perspective of students who have not had sufficient practice, selecting subjects and conducting practice is not easy, and practice subjects may also avoid participating in practice due to discomfort and anxiety. Accordingly, in this study, we designed and implemented a virtual reality practice system using VR to create a virtual patient rather than an actual subject and implement various gum shapes step by step to enable repetitive practice and various scaling experiences.

키워드

Dental Care, Education, Scaling, Simulation, Virtual Reality
치아 관리, 교육, 스케일링, 모의 실험, 가상 현실

* 순천대학교 교양교육원(8100222@scnu.ac.kr)

** 교신저자 : 정암대학교 컴퓨터정보융합과

• 접수일 : 2024. 04. 29

• 수정완료일 : 2024. 05. 21

• 게재확정일 : 2024. 06. 12

• Received : Apr. 29 2024, Revised : May. 21, 2024, Accepted : Jun. 12, 2024

• Corresponding Author : Woo-Jin Choi

Dept. Computer Information Convergence, Cheongam College,

Email : wjchoi7484@hanmail.net

I. 서론

치과에서 가장 기본적으로 받는 치료인 스케일링 작업은 치아에 석회화된 치석을 제거하는 가장 기본적인 잇몸치료다.

건강한 성인일지라도 6개월이나 1년 주기로 스케일링을 받는 것이 권장되고 있는데 일반적인 칫솔질만으로는 잇몸 사이사이에 발생하는 치석을 완전히 제거할 수 없기 때문이다.

만약 치석을 방치할 경우 잇몸, 잇몸인대, 치조골과 같은 치아 지지 조직에 잇몸질환이 발생하게 된다. 잇몸질환을 통해 세균이 2차 감염을 일으키며 전신질환의 발생 빈도를 높이는 것으로 밝혀졌기에 전문가를 통해 치석을 제거해야 한다.

치석을 제거하는 스케일링 작업은 보건복지부에서 관리되고 있는 국가고시에 합격한 치과위생사(이하 치위생사)가 시술을 담당하게 되며 의료기사 등에 관한 법률 제2조, 동법 시행령 제2조 및 별표1(의료기사, 보건의료정보관리사 및 안경사의 업무 범위)에 의거한 정식적인 수행 직무로는 “치석 등 침착물(沈着物)의 제거”라 할 수 있다. 그러나, 치위생사가 되기 위해 준비하는 대학생 커뮤니티에는 스케일링 피실습자를 구하기 위해 지인에게 부탁하거나 실습자 개인의 사비를 들이는 등 피실습자를 구하기 위해 노력하고 있으며, 매우 많은 어려움을 겪는다는 글들이 자주 목격된다.

이에 본 논문에서는 가상공간에서 현실적인 체험이 가능하도록 HMD(Head Mounted Display)와 컨트롤러의 디바이스 조작을 기반으로 일반적인 동영상보다 몰입도 높은[1] 스케일링 학습과 훈련을 진행할 수 있는 시스템을 설계 및 구현하고자 한다.

II. 선행연구

WHO에서는 구강 건강이 전반적인 복지에 이바지한다고 정의함으로써 구강 건강 관리가 전신 건강 및 삶의 질을 유지하기 위한 필수요소임을 시사했다[2].

구강건강을 지키는 스케일링 작업에 대한 이해를 위해 선행연구로서 치석의 구조와 제거 방법에 관해 연구한다.

2.1 치석의 형성과 문제점

치석은 구강 내 음식 또는 니코틴과 세균 등의 결합으로 생성된다. 평소 아무리 양치질을 꼼꼼히 하더라도 칫솔이 닿지 않는 부분은 존재하고, 이런 부분에 음식물의 잔여물과 구강 내 미생물이 함께 치아 표면에 침착되는 것이다.

이러한 치석을 이루는 세균으로부터 전분이 분해되는데 이때 발생하는 산이 치아의 법랑질을 녹여 충치가 되기 때문에 치석 관리가 중요하다[3].

또한, 치석들은 잇몸 염증, 출혈 등을 발생시킬 수 있으며 구취를 유발하거나 잇몸뼈를 녹이는 잇몸질환을 유발할 수도 있다. 염증은 치아를 흔들고 자연치아의 생명을 단축하며 치석에 의한 치아의 색소 변색이 발생한다.

2.2 치석 제거 기술과 방법

이러한 치석은 스케일러라 하는 초음파 기구 또는 큐렛이라는 수기구를 통해서 제거하는 경우가 대부분이며 잇몸에 침착된 부분을 제거하고 매끄럽게 해주는 치료작업을 스케일링 작업이라 한다.

2.2.1 스케일러 방식과 큐렛방식

스케일러는 초음파 기구로서 고주파 진동을 발생시켜 치석을 집중적이고 쉽게 제거할 수 있도록 하는 진동수기이다. 그렇지만 잘못 사용하여 작업 하중 및 초음파 기기의 파워/부스트 출력을 최대로 높게 하면 치아 표면의 손상을 높일 우려가 있고[4] 치아 뿌리와 닿는 순간 전기가 흐르는 감각으로 인해 환자들이 통증을 호소하기도 한다.

큐렛은 치아와 잇몸 사이의 작은 공간의 치석을 긁어서 제거하는 수기구로서, 치석을 주의 깊게 닦아내며 치아와 잇몸을 최대한 손상하지 않도록 섬세하게 작업할 수 있는 전통적인 수기구이다.

스케일링 작업에서는 큐렛을 통해 일일이 수동으로 치석을 긁어서 제거하는 경우가 많지만 한번 사용하면 다음에는 날이 무더져서 다시 날카롭게 세워주는 샤프닝 작업을 매번 해주어야만 한다.

2.3 가상현실 시스템

가상현실은 단순한 실제 세계의 형태 모사를 뛰어넘어 몰입도를 높이기 위해 가상현실 모델을 구축하

고 물리적 형태 모사에서 나아가 실제 세계의 객체 간 상호작용까지 가상현실 공간에 모사할 필요가 있다[5].

본 논문에서는 학생들이 가상현실에서 컨트롤러의 반동과 시각적·청각적 피드백 등을 기반으로 학생들에게 다양한 잇몸을 대상으로 한 학습과 출혈 등의 상황에 대한 상호작용으로 스케일링 훈련을 할 수 있도록 지원한다.

III. 실습 시스템 설계

시뮬레이션 교육이란 다양한 실제 상황을 가상으로 구성하여 학습자의 지식을 향상하고 기술을 연습시켜 현장에서 시행착오 없이 대처할 수 있도록 하는 교육 방법으로[6] 본 논문에서 연구·개발하며 제안하는 내용 또한 가상현실을 기반으로 한 스케일링 실습 시뮬레이션 시스템이다.

치위생사들의 치석 제거 행위에 대한 실패를 확인한 결과로 본인의 치석 제거에 대한 자신감은 4.01점 [7]으로 치석 제거 작업에 대한 반복적인 연습이 가능한 환경이 필요하다.

이에 가상현실을 이용한 치위생 스케일링 훈련 시스템은 출혈 등의 시각적 요소와 함께 게임과 같은 UI를 통해 훈련 상황에 대한 피드백과 컨트롤러의 진동을 이용한 피드백을 이용하여 학생들의 치석 제거 능력을 향상할 수 있도록 함을 목적으로 한다.

3.1 시스템 구성

그림 1과 같이 가상현실 시뮬레이션 시스템을 개발하기 위해 유니티 프로그램을 통해 상호작용이 가능하도록 제작하며 Quest2 기종을 통해 테스트를 진행한다.

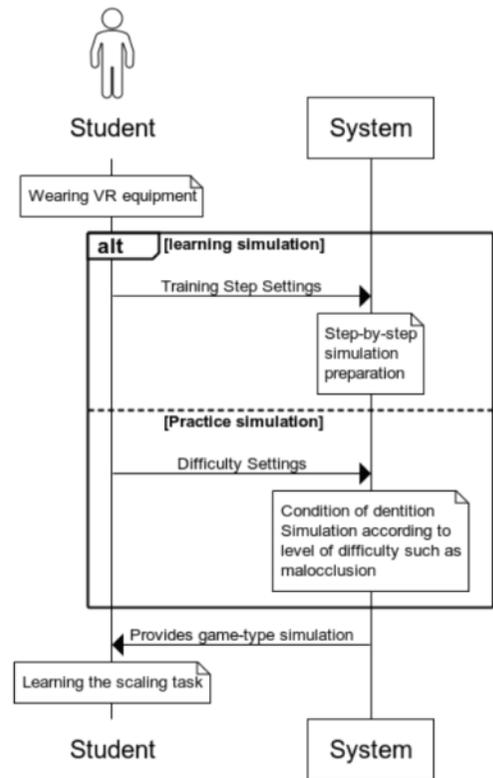


그림 1. 스케일링 시뮬레이션 시스템 전체 흐름도
Fig. 1 Scaling simulation system overall flow chart

치아와 잇몸의 데미지 정도를 판단하여 시뮬레이션 속 환자의 상태를 파악할 수 있도록 하며, 큐렛과 스케일러 중 선택한 장비에 따라 치석을 제거하는 방식을 다르게 볼 수 있도록 제작하였다.

또한, 장비에 따라 컨트롤러에 일정한 강도로 진동이 발생하도록 하여 실제 실습 시의 환경과 비슷하도록 구성한다.

3.2 모델링 및 치석 제거 시뮬레이션

블랜더를 통한 3D 모델링 작업 결과물로 치아와 치아에 붙어 있는 치석, 스케일러와 큐렛을 구현하여 Unity를 기반으로 가상현실 프로그램을 개발하고 이에 대한 배경작업을 위해 그림 2와 같이 실습실의 배경 오브젝트를 모델링 하였다.



그림 2. 블렌더를 활용한 실습 시스템 배경 오브젝트 처리

Fig. 2 Hands-on system background object processing using Blender

가상현실을 이용한 치위생 스케일링 실습 시스템은 학생들의 학습을 위해 단계별 장비 사용법과 치석 제거 시 출혈 등의 시각적 요소, 작업 시 컨트롤러의 진동과 같은 피드백을 기반으로 스케일링 작업에 대한 이해도를 높일 수 있다.

그림 3은 치석은 치아 표면에 석회화되어 단단히 굳어진 것으로서 이를 제거하기 위해서는 치석과 치아표면 사이의 결속력을 소멸시켜야[8] 하기에 시스템 구현 시에는 장비와 치석, 치아, 잇몸에 각각 Rigidbody와 Collider를 부여하여 처리해 주었다.

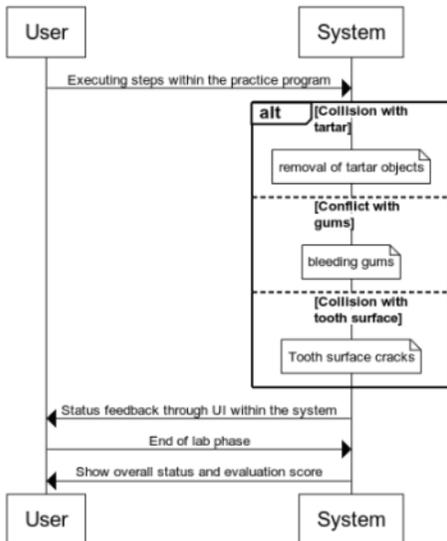


그림 3. 치석 제거 시뮬레이션 내 결과 처리
Fig. 3 Processing of results within tartar removal simulation.

IV. 실습 시스템 구현

Unity3D를 이용하면 3D 모델링 객체 제작 및 삽입, 조명, 그림자, 특수효과, 오디오, 물체의 질감, 지형, 물리법칙, 인공지능 등을 사실적으로 표현할 수 있으며[9] Oculus Quest2 기종을 통해 실습 시스템을 구현하며 가상환경 내의 장비들은 양손의 컨트롤러를 통한 상호작용을 부여하였다.

또한, 가상현실 구현에서 형태와 외관 묘사에 치중하느라 빠뜨리는 것이 소음[10]이기에 진동 스케일러를 사용할 때의 모터 소리와 환자로 구현된 대상의 상태에 따른 불편을 호소하는 소리도 구현함으로써 최대한 실제 실습과 같은 경험을 제공한다.

4.1 단계별 시스템 구현

사용자는 그림 4의 화면을 통해 튜토리얼 또는 단계별 실습 과정을 선택하여 스케일링 작업에 대해 학습을 진행할 수 있다.

튜토리얼에서는 수기구와 진동 스케일러 도구의 사용법과 치아, 치석의 구조에 대해 학습함으로써 기초적인 스케일링 작업을 체험할 수 있도록 구성하였다.



그림 4. 실습 프로그램 시작 시의 단계 설정 화면
Fig. 4 Step setting screen when starting a training program

단계별 실습 과정에서는 단순한 잇몸과 치아로 구성된 치아 모형에 붙어있는 치석을 제거하는 기초 단계, 치열이 가지런하여 균일한 치석이 있는 환자, 치열이 고르지 못한 상태의 환자가 치아 의자에 앉아 있는 상태에서 작업을 받는 단계까지 구성하였다.

4.2 스케일링 작업 학습 및 상태 피드백



그림 5. 스케일링 작업 학습 장면
Fig. 5 Scaling task learning scene

초기 화면에서 학습 버튼을 선택하면 TV 화면과 3d 오브젝트, UI를 기반으로 그림 5와 같이 사용자에게 스케일링 작업 시의 주의 사항과 함께 기초적인 수행 결과에 대한 피드백을 제공한다.

사용자가 선택한 도구를 통해 치석을 제거할 때 발생하는 소리와 잇몸, 치아에 데미지가 발생할 시의 UI 피드백을 통해 잘못된 상황에 대해 인식하고 수정함으로써 스케일링 작업에 대한 생동감 있는 실습 훈련이 가능하다.

V. 결 론

스케일링 작업에 대해 학습하는 치위생과 학생들은 부족한 실습 훈련으로 인해 자칫 실습 대상자 또는 치료받고자 한 일반인의 잇몸과 치아 표면에 상처를 입힐 수 있다.

이에 대비해 충분한 실습 경험이 필요하지만, 실습 대상을 구하기 쉽지 않기에 낮은 자신감과 경험 속에 실수를 두려워한다.

이러한 이유로 본 논문에서는 치위생과 학생들이 단계별로 학습하면서도 경험을 갖출 수 있도록 가상 환경 속에서의 스케일링 실습 시스템을 연구 및 구현 하였다.

수기기와 전동도구를 선택, 활용하여 가지런한 치아에서부터 치열이 바르지 못한 치아 환경까지 스케일링 작업의 순서들을 가지적인 UI 효과와 피드백을 통해 단계별로 학습할 수 있도록 하는 시스템을 실제 치과와 유사한 가상공간과 함께 게임 형식처럼 즐길

수 있도록 했다.

본 논문에서 개발하여 제안하는 가상현실 환경에서의 스케일링 실습 시스템을 통해 치위생사를 목표로 하는 학생들이 스케일링 작업에 대한 이해와 경험을 높이고 자신의 작업에 자신감을 얻을 수 있기를 바란다.

References

- [1] S. Hong, "Development of smart healthcare contents using virtual reality experiential devices," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 17, no. 4, 2022, pp. 739-744.
- [2] Y. Lee, Y. Lee, and E. Lee, "Differences in satisfaction of scaling and oral health knowledge, care depending on benefit of National Health Insurance about scaling," *J. of The Korean Academy of Dental Insurance*, vol. 8, no. 1, 2018, pp. 1-10.
- [3] S. Jang, Y. Lee, and W. Lee, "Development of dental calculus diagnosis system using fluorescence detection," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 17, no. 4, 2022, pp. 715-722.
- [4] M. Sa, T. Ko, G. Jeon, J. Lee, and J. Kim, "Experimental Evaluation of the Performance and Stability of an Ultrasonic Scaler for Dental Treatment," *Trans. of The Korean Society of Mechanical Engineers A*, vol. 41, no. 1, 2017, pp. 13-19.
- [5] S. Yoon and J. Song, "Study on the Design of a ChatGPT-Based Metaverse Platform Model," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 17, no. 6, 2022, pp. 1167-1174.
- [6] H. Sung and N. Shin, "Research Trends in Medical Simulation Education Based on Virtual Reality (VR) and Augmented Reality (AR)," *J. of The Pediatrics of Korean Medicine*, vol. 38, no. 1, 2024, pp. 78-87.
- [7] M. Seong, H. Kang, and Y. Kim, "Differences in view of dental hygienist and patient's scaling actual condition and disputes," *J. of Korean Society of Dental Hygiene*, vol. 20, no. 5,

2020, pp. 623-633.

- [8] J. Cho, J. Kim, and J. Park, "Haptic Simulation Algorithm for Tooth Scaling Training," *J. of The Korean Institute of Information Scientists and Engineers*, vol. 38, no. 18, 2011, pp. 290-293.
- [9] S. Lee, J. Lee, and H. Sim, "AR-Based Character Tracking Navigation System Development," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 17, no. 2, 2022, pp. 325-332..
- [10] S. Yoon and J. Song, "A Study on the Interaction Factors in Implementing Virtual Reality to Solve Safety Problems in Public Toilets," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 17, no. 6, 2022, pp. 1167-1174.

저자 소개



이호승(Hyo-Seung Lee)

2005년 동국대학교 정보통신공학과

2008년 순천대학교 정보통신공학과

2018년 순천대학교 컴퓨터공학과
(공학박사)

2013년 ~현재 청암대학교 컴퓨터정보융합과

2016년 ~현재 순천대학교 컴퓨터공학과 강사

2024년 ~현재 전남대학교 전자상거래학과 강사

※ 관심분야 : 의료정보시스템, u-헬스케어, IoT



최우진(Woo-Jin Choi)

2003년 2월 조선대학교 대학원

컴퓨터공학과 졸업(공학 박사)

1997년 3월~ 현재 청암대학교

컴퓨터정보융합과 교수

2007년 웹디자인 (지방) 관리 위원

※ 관심분야 : 데이터베이스, 인터넷 정보 보안&
보호, 광통신