

3D모델링 기술을 활용한 모바일 튜토리얼 방식의 치아카빙 실습지원도구 개발

Developing a Mobile Tutorial Tools Using 3D Modeling Technology on Tooth Carving for Dentistry

박종태*, 박사범*, 이정은**

단국대학교 치과대학 구강해부학교실*, 단국대학교 교양학부**,

Jong-Tae Park(jongta2@dankook.ac.kr)*, Sa-Beom Park(72141867@dankook.ac.kr)*,
Jeong Eun Lee(daji3144@dankook.ac.kr)**

요약

치의학 분야에 입문한 학습자가 치아 형태를 이해하고 임상의 기반 기술을 익히기 위해서는 치아카빙 실습이 필요하다. 치아카빙 실습은 단계별 모델을 필요할 때마다 관찰할 수 있을 때 더 효과적이다. 본 연구의 목적은 치아카빙 실습모형을 제안하고, 카빙 단계에 대한 3D모델링 정보를 제공하는 튜토리얼 방식의 모바일 실습지원도구를 개발하는 것이다. 연구결과 치아카빙 실습 모형은 치아형태학 강의 및 실습을 포함하는 강의실 활동과 학습자의 실습과 일상적 학습을 모바일 실습지원도구로 연계하는 모바일 심리스 러닝 형태로 도출하였다. 모바일 실습지원도구는 치아형태학 사진, 치아카빙 실습 튜토리얼, 3D 치아 모델링으로 구현되었다. 개발된 콘텐츠에 대한 전문가 평가 결과 내용 및 기능이 타당하게 설계된 것으로 분석되었다(내용 타당도: 5.0, 인터페이스 타당도: 4.53). 따라서 개발된 모바일 실습지원도구도구는 치아카빙 실습의 모바일 심리스 러닝을 지원하는 데 적합한 학습도구로 판단된다. 본 연구를 기반으로 치의학 분야에 ICT를 활용하는 수업모형과 지원도구인 모바일 콘텐츠 개발 연구가 촉진되기를 기대한다.

■ **중심어** : | 치의학교육 | 모바일 심리스 러닝 | 3D모델링 | 치아 카빙 |

Abstract

Tooth carving practice is required for novice learners in dentistry to understand dental morphology and acquire clinically underlying skills. Tooth carving practice is more effective when sequential models can be observed. The purpose of this study is to suggest a tooth carving practice model and to develop a mobile practice supporting tool based on tutorial providing 3D modeling information about steps of tooth carving. As a result, tooth carving practice model consists of the class activity including tooth information lecture and practice and mobile seamless learning connecting learners' practice and regular learning with the mobile tutorial tool. The mobile tutorial tool is implemented with tooth morphology dictionary, tooth carving practice/training tutorial, and 3D tooth modeling. The experts' evaluation on the developed contents shows that the content and function are valid(content validity: 5.0, interface validity: 4.53). Therefore, the mobile tutorial tool is suitable for supporting mobile seamless learning for tooth carving practice. Further researches are expected to be conducted to develop instructional models utilizing ICT and mobile contents in dentistry.

■ **keyword** : | Dental Education | Mobile Seamless Learning | 3D Modeling | Tooth Carving |

I. 서론

컴퓨터 기술이 발전하면서 치과치료 뿐만 아니라 치의학 교육에도 컴퓨터 기반 학습(Computer Assisted Instruction: CAD)을 도입하고 있다. 치과 진료과정에서 생성된 진단 정보 및 처치 정보 관련 디지털 자료를 교육에 활용하기 위한 욕구 때문이다[1]. X-ray file을 활용한 증상 관련 이미지 라이브러리, 학습내용을 설명하는 튜토리얼, 의사결정 지원시스템, 시뮬레이션 등의 형태로 발전 중이다. 치의학 분야의 학습자는 지적 수준도 높고, 동기화된 정도가 높아서 학습방법에 따른 학습효과와의 차이가 적을 것이라는 예상에도 불구하고 온라인 튜토리얼, 웹기반 비디오, 시뮬레이션 방식의 훈련프로그램을 적용하는 경우에는 학습자의 지적 호기심을 자극하고, 학습참여도를 높이며, 학습내용 이해도를 높이는 것으로 나타났다[2].

치의학 분야의 컴퓨터 활용 교육의 효과가 제시되고 있음에도 불구하고 치의학 분야의 교육 콘텐츠의 개발 사례는 많지 않다. 진료정보를 바탕으로 질병을 진단하고 약을 처방하는 시뮬레이션이나 백과사전형 콘텐츠에 국한되는 경향이 있다. 대부분의 콘텐츠는 전문의를 위한 정보 제공이나 치의학 전문지식을 갖춘 학습자를 위한 시뮬레이션이나 슈퍼비전 프로그램이 대부분이다. 대표적인 사례인 Dentsim[3]은 진료과정에 대한 촬영 정보를 순서대로 분석하며 평가하고 피드백 하는 슈퍼비전 프로그램이다. Geneva System[4]은 치아상태의 진단을 위한 시뮬레이션 프로그램으로 교육과정과 연계하여 운영되고 있다. 반면에 치의학에 처음 입문하는 학생들이 치아 구조를 이해하고 치아 치료의 기본이 되는 카빙 기술을 학습하기 위한 프로그램은 부족한 실정이다.

최근에는 3D모델링 데이터를 기반으로 질병상태 탐구[5], 3D스캐너와 프린터를 사용한 치아 형태를 제작[6] 등의 콘텐츠도 등장하고 있다. 뿐만 아니라 최근에는 ePocrates Rx, Lexi-Dental Complete, DDS GP 등과 같은 모바일 앱을 통한 질병에 대한 정보 및 투약방법, 약품간 상호작용 효과 등 의학정보를 제공하려는 시도도 있었다[7]. 반면에 국내의 치의학 교육 관련한 컴퓨터 기반 사례는 많지 않다. 그것도 구강병리학, 교

정학, 구강악안면 사진 정도만 있을 뿐 3차원 모델링이나 시뮬레이션 사례는 찾기 어렵다.

현재까지의 치의학 입문단계의 학습자를 지원하는 국내 콘텐츠는 교수가 수집한 치아형태에 대한 사진 또는 삽화 자료를 교재, 파워포인트 프레젠테이션과 학습자료실 형태로 제시하는 수준에 그치고 있다[8]. 대부분 교육에 디지털 자료를 사용하는 과정도 강의 중 실습단계별 사진 자료를 제시하거나 시연을 보여주는데 그쳐, 실습과정에 대한 즉시적 지원이 부족하였다. 그 결과 학생들이 실습하는 도중에 치아의 형태와 카빙의 절차를 이해하지 못하는 등의 문제가 발생하였다[9]. 실습에 대한 지원이 부족한 현재의 교육 방식은 학습자에게 치아형태에 대한 정보 및 치아카빙 과정에 대한 정보를 구체적으로 제시하지 못함으로써, 학습자가 실습과정에 대한 절차적 지식과 실습의 내용이 되는 치아 형태에 대한 지식을 획득하는 데 어려움을 겪도록 하고 수업에 대한 부정적 태도를 불러올 수 있다[8].

Sharples 등은 모바일 자료를 활용하여 교실 수업과 개인의 학습을 연계해주는 모바일 심리스 러닝(mobile seamless learning)의 개념을 제시하였다[10]. 모바일 심리스 러닝을 치아 카빙실습에 적용하면 강의실의 수업과 학습자의 실습을 연계하는 통합적 교수-학습모형을 개발하고 지원도구를 제공할 수 있다[8]. 따라서 치아 카빙 실습에 모바일 심리스 러닝 방식을 적용하여 치아형태를 이해하고, 치료의 기반이 되는 카빙능력을 개발하는 수업모형과 모바일 실습지원도구 개발이 필요하다.

또한 치의학 수업을 진행하는 국내 치의예과, 치기공학과, 치위생과 교수를 대상으로 인터뷰를 실시한 결과 현재의 치아카빙 실습 관련 수업모형과 지원이 부족한 것으로 나타났다. 수업에 제공하는 자료는 2차원인 사진이나 삽화 정보, 치아 모형을 등인데, 3차원 치아곡면을 이해하는데 충분한 정보를 제공하지 못하고 있다고 인식하였다. 또한 치아카빙은 절차적인 단계를 통해서 치아 모양을 다듬어 나가는데 반면에 모델을 제시하거나 시연할 때 각 단계를 보여주지 못하는 단점이 있었다. 학습자들은 수업시간에 실습과정에 대한 충분한 시연을 제공하여도 실습중간 중간에 필요한 정보를 검색하길 원하였다. 따라서 학생들이 필요할 때

정보에 언제든지 접속하여 카빙의 절차나 방법에 대한 3차원 정보를 확인할 수 있는 모델링 방식의 지원도구가 필요하다.

따라서 본 연구의 목적은 치의학에 입문한 학생들이 치아형태를 이해하고 치아카빙 능력을 키우기 위하여 학습은 강의실 수업과 실습을 연계한 형태의 수업 모형을 제안하고, 모바일 실습지원도구를 3D모델링 기술을 활용한 모바일 튜토리얼 방식으로 개발하여 실습 과정을 안내하고 학습으로 연결하도록 개발하는 것이다.

II. 이론적 배경

1. 모바일 심리스 러닝

모바일 학습(mobile learning)은 모바일 기기가 갖는 이동성, 편재성, 즉시성 등의 특성으로 인해 교육에 적용되었다. 모바일 기기를 학습에 활용하면서 생기는 이동성 자체가 아니라 그로 인한 학습의 변화에 주목하게 되었다[10]. 먼저 모바일 학습은 학습자의 생활 속에서 필요할 때마다 다양한 사람들 또는 학습 자료와 상호작용하면서 학습에 이르도록 하는 학습자 주도적인 환경으로 자리매김 하였다[11]. 최근에는 모바일 학습을 단순히 학습내용의 공유뿐만 아니라 즉각적 성과를 지원 하는 도구로도 활용하고 있다[12]. 모바일 학습은 일상의 다양한 사회적/문화적 상황 맥락 속에서 개인화된(Personal) 상호작용 기술을 통해서 교육콘텐츠 또는 다른 사람들과 대화하면서 지식을 습득하거나 정교화 할 수 있는 기회를 제공하기 때문이다[13].

모바일 심리스 러닝(mobile seamless learning)은 모바일 학습이 학습의 여러 측면을 매끄럽게 연결한다는 점을 강조하는 개념이다[14]. 심리스 러닝(seamless learning)이란 경계선 또는 매듭이 없는 학습을 말하며 이음새 없는 수업이라고도 번역한다. 따라서 모바일 심리스 러닝이란 모바일 기기를 통해서 학습 시스템에 접근하면 학습자가 처해있는 상황의 맥락을 보전하고 새롭게 구성하는 어포던스(affordance)를 가지고 있기 때문에 학습의 여러 차원을 매끄럽게 연결할 수 있다는 개념이다[15]. 모바일 심리스 러닝은 주로 온라인과 오

프라인의 학습을 연결하고, 교실 안과 밖을 연결하며, 개인의 학습과 사회적 학습을 연결하는 등 학습의 다양한 차원을 연결할 수 있다.

모바일 심리스 러닝의 개념은 다음 그림과 같이 구체화 된다[16]. 주로 모바일 기술을 활용하여 유비쿼터스 학습자료에 접근하는 방식이다. 이러한 접근방식은 학습이 이루어지는 학교와 회사 및 이동 중의 버스과 같은 다양한 학습의 맥락에서 읽기, 쓰기, 만들기 등의 다양한 학습방식으로 학습내용을 학습하도록 연결해주는 데 초점을 둔다.

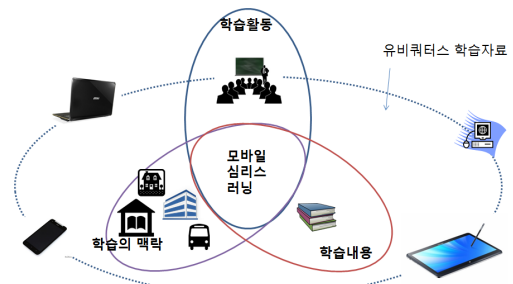


그림 1. 모바일 심리스러닝 학습의 개념도 (Nicholas & Ng, 2015)

모바일 심리스 러닝의 사례는 과학수업에 개인용 모바일 기기로 교실 밖에서 일어나는 탐구 주제를 공유하고 성과를 평가하는 등의 학습활동을 연계한 것이 대표적이다[17]. 모바일 콘텐츠를 활용하여 학습활동을 가이드 함으로써 교사와 학습자가 각자 생산적인 활동을 하도록 유도하였으며, 참여자와 학습시스템간의 상호작용이 오케스트라처럼 조화를 이루도록 지휘하였다. 그 결과 학습자의 삶과 학습 간의 간격이 좁혀지고 학습내용을 업무, 추후학습, 그리고 일상에서 부딪히는 상황에 응용하는 효과를 거두었다. 권성호와 이정은[11]의 연구도 영어수업에 핸드폰 기반 보조자료를 활용하여 교실수업을 연계하는 수업 전, 중, 후의 개인학습을 이끌어낸 바 있다. 진선미와 이정은[18]의 연구도 디지털커뮤니케이션 역량 강화를 위한 강의실 수업과 야외 학습을 연계하려는 시도를 하였다.

모바일 학습지원도구는 수업과 실습과정의 경계를 부드럽게 이어주는 역할을 한다. 디지털 미디어는 학습

자가 교실 밖에서 수행하는 학습활동은 수업시간에 배운 정보나 지식을 기술로 전환하는데 유용하다[19]. 학습자들은 과제를 수행하는 과정에서 발견, 분석, 해석, 증명, 통합, 조직, 토론, 논쟁, 평가, 요약, 상세화, 정교화 등을 경험하기 때문이다[16]. 따라서 수업 중에 안내한 학습내용을 실습과정에 탐색할 수 있도록 하거나 학습자가 실습한 내역을 수업시간에 확인할 수 있도록 연결하도록 설계되어야 한다.

모바일 학습지원도구의 설계는 이러닝 설계 중 연결활동 유형에서 벤치마킹 할 수 있다[20]. 교실 수업이나 이러닝 설계에서도 교실 수업 또는 프로그램 내의 학습활동을 학습자의 기존경험과 연결하거나 무형식 비형식학습과 연계하려는 시도를 해왔기 때문이다[18].

모바일 학습지원도구를 통해서 교실수업과 학습, 개인의 학습내용간의 연결활동을 촉진 하는 전략은 다음과 같다. 첫째, 발견, 게임 및 시뮬레이션 등의 활동을 통해서 학습자들에게 정보, 지식, 그리고 기술을 적용해 볼 수 있는 학습경험을 제공하는 것이다. 주로 가상 실험실, 사례 연구, 게임, 역할극 등을 포함한다. 그러나 이러닝의 연결활동은 대부분 컴퓨터의 화면상에서 대리적으로 수행되는 경향을 보이며, 학습자의 실제적 수행에 대한 안내는 아니었다. 오히려 학습자들이 습득한 기술을 정련시키고 능동적 수행이 가능하도록 반복-연습, 실습, 안내된 분석활동 등의 튜토리얼을 제공할 필요가 있다. 둘째, 학습과제의 수행 방법 및 수업과 개인 학습의 연계 방법을 안내하는 튜토리얼을 제공하여 지식의 탐색, 적용, 이해를 촉진하는 것이다. 또한 과제 수행 활동 방법과 시연을 함께 제공하는 경우 과제 수행 능력이 높아진다. 시연활동은 시뮬레이션보다 상호작용이 부족하긴 하지만 개발의 기술 수준이 낮아도 된다는 장점이 있다. 과제 수행의 개별적 행동을 보여주고 각 단계를 학습자가 관찰할 수 있도록 클로즈업을 사용하거나 부드럽고 천천히 움직이는 모델링이나 시뮬레이션을 사용할 필요가 있다. 학습자들이 관찰할 기회를 주는데 집중하고 따라하는 것은 개별적으로 수행하도록 한다. 학습내용을 단순화하고 핵심 포인트를 잡아서 하나의 방법만 제시하며, 너무 많은 대체 방법이나 단순화한 방법, 예외들을 함께 제시하지 않도록 한다. 다

만 각 단계를 되돌려보기, 재시작, 고속감기, 느린 장면으로 보기 등을 학습자가 선택할 수 있어야 한다.

이상을 바탕으로 모바일 학습지원도구의 설계원리는 (1) 튜토리얼 방식으로 정보제시, (2) 직관적인 정보 검색 기능 제공, (3) 3차원 방식으로 학습자가 원하는 모든 방향에서 모델링 정보 관찰 가능, (4) 실습과정에 대한 절차적인 지식 제공 등의 요소가 도출되었다.

2. 치아카빙 실습

치의학 기초분야에 입문하는 학습자는 치의학에 대한 전문지식과 임상에 대한 기술, 협동 및 자기관리 기술, 책임감과 봉사태도 등의 학습이 필요하다[21]. 이를 위하여 기초과학과 임상과학을 접목하고 통합적인 관점에서 치료하는 교육경험 제공, 미래지향적인 과제중심의 교육과정이 필요하다[22]. 그 중에서도 치아 형태와 기능에 대한 이해와 치아 우식 및 기타 손상의 영향을 받은 치아에 적합한 재료를 활용하여 기능 및 심미적인 측면에서 복원 하는 능력과 같이 치아형태 이해-진단-치료 등의 맥락이 종합된 학습이 중요하다[23]. 따라서 치의학 기초가 되는 치아형태학의 학습도 치아형태에 대한 이해에서 나아가 치아 우식 및 손상에 대처하는 진단 및 치료에 대한 역량 개발과 통합된 수업 모형이 필요하다.

치아형태 이해를 위한 치아카빙 실습이 필요한 이유는 다음과 같다. 첫째, Dale의 경험의 원추 이론에 따르면 행동적 학습이 언어 정보에 의한 학습이나 영상 정보에 의한 학습보다 더 구체적인 정보를 제공하기 때문이다[24]. 또한 인지적 영역의 학습뿐만 아니라 심체적 기술이나 태도의 학습에 더 적합하기 때문이다[24]. 치아카빙은 치아 형태에 대한 이해뿐만 아니라 치아치료에 기반이 되는 손의 움직임이나 치료에 대한 태도를 학습할 수 있도록 돕는다. 둘째, 치아카빙 등의 만들기 활동은 지식, 이해, 적용의 이해 수준의 학습을 뛰어 넘어 종합, 평가, 창조 등의 고차적 사고능력도 배양할 수 있기 때문이다[25]. 치아카빙 과정에서 중간 산출물을 관찰하고 새롭게 깎아나가는 과정은 진단 및 치료에 필요한 평가능력과 치아형태 처치에 대한 고차적 사고능력을 학습하도록 돕는다. 셋째, 치의학의 교육과정은 인체의 작

동 구조에 대한 과학이기도 하지만, 치료과정에서의 심미적 효과를 이해하는 예술적인 과정이기도 하기 때문이다[5]. 치아카빙의 제약 조건 적용하는 과정에서 의료과정에서 발생하는 다양한 과학적 데이터와 디지털 자료를 예술적으로 처리하는 역량의 학습이 가능하다. 따라서 치의학 입문 단계에서 치아 형태를 이해하기 위한 방법으로 치아 형태를 카빙하는 실습이 필요하다.

치아형태학의 수업은 이러한 요구에 따라 치아형태학 이론을 이해하는 강의와 치아카빙능력 습득을 위한 실습수업의 형태로 진행되고 있다. 그러나 현재의 치아카빙 실습의 구체적인 수업모형이나 지원 도구 사용이 부족하다. 치의학 관련학과인 치의예과, 치위생과, 치기공과의 교육과정을 분석한 결과는 다음과 같다. 첫째, 치아형태학의 교육과정은 치아형태에 대한 정보 및 지식 제공의 수업과 왁스 및 석고를 활용하여 주형을 제작하는 등의 실습연계 수업을 진행해왔다. 둘째, 다음 표1과 같이 치아카빙 이론과 실습에 대한 교육과정을 포함하고 있으며, 각 치아별로 카빙실습을 반복하는 형태의 수업을 진행하고 있다. 그러나 실습 방법 및 절차에 대한 구체적인 교수학습 절차 안내 및 지원 도구 제공이 부족함을 알 수 있다. 치아카빙의 실습 절차는 이론 설명과 실습이 연계되어야 하며, 카빙 과정에 대한 중간산출물을 다양한 방향에서 관찰할 수 있도록 시연하는 등의 교수 지원이 포함되어야 한다.

표 1. 국내 대학의 치아형태학 및 카빙 실습 교육과정

	A대학	B대학	C대학	D대학
치아카빙실습 형태	석고 및 왁스 주형 만들기	왁스 카빙	왁스 카빙	왁스 카빙
실습 방법 및 절차 안내	실습과정 안내 ↓ 모눈종이에 치아모형 그리기 ↓ 왁스카빙 실습	치아의 이미지 관찰 ↓ 왁스카빙 실습	치아카빙 이론 강의 및 시연 ↓ 실습 ↓ 실습 결과물 피드백	학습자의 방법으로 치아카빙 하기 ↓ 치아카빙 요령 강의 및 시연 ↓ 치아카빙 실습
지원 도구	교재, ppt, 조교 시연	교재, ppt, 조교 시연	교재, ppt	교재, ppt (사진, 삽화), 치아모형

3. 치아카빙 및 치아 형태학 관련 교육콘텐츠 분석

치아형태의 이해와 치아카빙실습을 지원하는 실습지원도구를 개발한 선행연구는 많지 않다. 물론 치아형태의 이해 및 카빙 등에 대한 정보를 제공하기 위하여 3차원 데이터나 가상환경을 제공하려는 선행연구도 일부 수행된 바 있다.

Cantín, Muñoz와 Olate[6]는 3D 스캐너로 치아형태를 스캔하고, 3D 프린팅 방식으로 출력하는 형태의 수업을 진행하고 치아형태에 대한 이해에 도움을 얻는 효과를 거두었다. 그러나 치과 치료에 기초가 되는 치아형태 조성을 위한 운동기능의 학습으로 연결되지 못했다. Yang, Zhang과 Bridges[5]는 치아 형태에 대한 3D 모델링 정보를 제공하여 치아관련 질병을 분석하는 탐구학습 과제를 제공하여 치아형태 및 기능을 이해하는데 도움을 얻었지만, 역시 치아카빙 등의 기술개발과는 연계되지 못하였다. Yoshimoto등[26]은 밴드를 손가락에 감은 채 카빙을 하면 각도에 대한 정보를 제공하는 증강현실을 제공하였지만 치아형태의 이해로 연결되지 못하였다는 한계가 있다.

다만 이들의 연구는 Mohsin, Hassan, Ariff[24]등이 제시한 바와 같이 Dale의 경험의 원추와 Bloom의 학습 목표를 고려한 가상학습 환경으로 온라인 매체를 이용한 학습활동이나 실제적 과제 수행을 안내하도록 제안하였다는 데 의의가 있다. 따라서 본 연구에서는 치아형태에 대한 이해와 치아카빙 절차 및 중간 산출물에 대한 지원을 위한 3D방식의 모델링 정보를 제공하는 지원도구를 개발하고자 한다.

III. 연구방법

본 연구는 치아형태 이해 및 카빙실습을 연계한 수업모형을 개발하고, 이를 지원하는 모바일 실습지원도구를 개발하는 것이다. 이를 위하여 3D모델링 기술을 활용한 모바일 튜토리얼 방식의 치아카빙 실습지원도구를 개발하고 타당성을 검증하였다.

1. 개발 절차

치아카빙 실습모형과 모바일 실습지원도구를 개발하기 위하여 분석, 설계, 개발, 타당성 검토의 과정을 거쳤다. 분석단계는 모바일 심리스 러닝의 설계원리 도출을 위한 문헌연구와 치의학교육 사례분석, 과목운영 담당 교수의 수업운영 사례 분석 및 인터뷰 등을 실시하였다. 설계단계는 치아카빙 실습의 모바일 심리스 러닝의 구성요소를 개발하고 다음 [그림 2]와 같이 세부 페이지의 기능에 대한 스토리보드 작성을 하였다. 개발 단계는 설계한 콘텐츠를 모바일 앱으로 구현하는 과정과 3D모델링 데이터를 생성하는 과정을 병행하여 진행하였다. 3D 모델링 데이터를 생성하는 데에는 3Ds Max (Autodesk/USA)과 Zbrush(Pixologic/USA)을 활용하였다. 모바일 앱의 인터페이스 프로그래밍에는 Unity Engine(Unity Technologies/USA)과 Visual Studio (Microsoft/USA)를 활용하였다. 평가단계는 프로그램의 오류 여부에 대한 평가와 타당도 평가를 실시하였다.

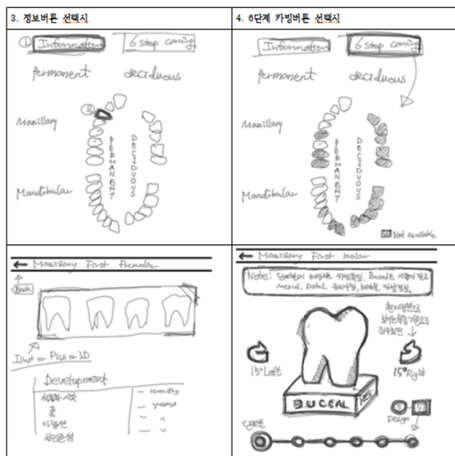


그림 2. 치아카빙실습지원도구 설계화면

2. 타당성 검토

타당도를 검토하기 위하여 전문가 평가를 실시하였다. 전문가 평가는 내용타당성 검토와 인터페이스 설계 검토로 구분하여 실시하였다. 내용 타당도는 치의학 교육을 담당하는 교수 2인에게 실시하였다. 인터페이스 타당도 검토는 교수학습방법 및 모바일 학습 연

구를 수행한 경험이 있는 교육공학 전문가 5인에게 실시하였다.

표 2. 전문가 평가 대상자의 인적사항

구분	성별		경력			
	남	여	1~3년	3~5년	~7년	10년 이상
내용 타당도	0	2	1	1	0	0
인터페이스 타당도	1	4	1	2	1	1

내용타당도의 평가도구는 ADEA(American Dental Education Association)의 교육용 소프트웨어 설계 지침을 참고하여 개발하였다. 주로 학습활동의 타당성과 언어 및 문법의 적절성 등의 항목을 평가하도록 하였다. 최종으로 개발된 도구는 내용분석의 충실성과 교수 전략의 타당도에 대한 6문항과 자유의견 제시를 포함하였다.

인터페이스 및 상호작용 설계의 타당도는 모바일 학습지원프로그램의 효과성 평가 기준[19]과 모바일 학습용 앱의 평가도구[27]를 기반으로 개발하였다. 주로 정보, 제시방식, 상호작용, 진행방식 등의 효과성과 사용성등을 평가하도록 하였다. 최종으로 개발된 도구는 내용제시의 적절성, 내용 구성의 타당성, 상호작용성의 14 문항으로 각 영역별 자유의견제시를 포함하였다.

IV. 연구결과

1. 치아카빙 실습의 모바일 연결 학습 모형

치아카빙 실습의 모바일 심리스 러닝 모형은 강의실 수업과 학습자의 실습을 모바일 실습지원도구가 연계하는 방식으로 도출되었다. 강의실 수업과 면대면 학습으로는 치아형태 및 카빙에 대한 지식강의와 카빙실습의 두 가지 영역으로 구분된다. 지식강의는 치아형태 및 카빙에 대한 기본 개념 및 원리 등에 대한 교수의 강의이다. 실습은 치아카빙 절차 및 방법에 대한

교수 또는 조교의 시연과 학습자의 카빙실습 그리고 결과공유와 피드백을 포함한다. 학습자의 개인적인 학습은 치아형태에 대한 지식학습과 카빙실습으로 구성된다. 이 과정은 모바일 실습지원도구로 연계하는데, 치아형태학에 대한 사진, 카빙절차에 대한 튜토리얼, 카빙 단계별 3D모델링 정보 제공 등으로 학습자의 실습기간동안 학습내용과 관련된 정보를 확인할 수 있도록 구성하였다.

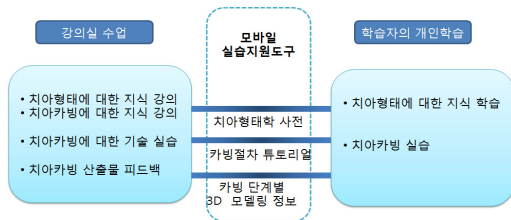


그림 3. 치아카빙 실습의 모바일 심리스 러닝 모형

2. 치아카빙 실습 튜토리얼

모바일 실습지원도구는 치아형태학 사진, 실습절차에 대한 튜토리얼, 치아형태에 대한 3D모델링 정보 제공의 세 가지 기능을 포함하는 3D모델링 기술을 활용한 모바일 튜토리얼 방식으로 개발하였다.

2.1 메인페이지

치아카빙 실습지원 튜토리얼은 치아형태학 사진 기능과 카빙 튜토리얼로 구분하여 개발하였다. 메인페이지에 치아형태학에 대한 선택메뉴를 이미지 형태로 제시하였다.



그림 4. 메인 페이지의 화면 구성

또한 각 메뉴를 터치할 경우 해당페이지로 이동하도록 하였다. 메인 메뉴는 학습자의 사용 빈도에 따라서 치아구성조직(Tooth Anatomy), 치아형태학(Tooth Information), 치아 카빙실습(Tooth Carving)의 세 가지 메뉴로 개발하였다. 치아구성조직과 치아형태학은 치아형태학 사진 기능으로 치아구성조직과 치아형태학으로 구분하여 치아형태학 정보를 빠르게 검색할 수 있도록 하였다. 치아 카빙실습은 카빙 튜토리얼 및 3D모델을 함께 확인할 수 있도록 묶어서 제시하였다.

2.2 치아형태학 사진

치아형태학 사진은 치아구성조직, 치아형태학에 대한 주요 개념에 대한 정의와 정보를 제시하는 방향으로 개발하였다. 수업시간에 치아 구성에 대한 설명을 제공하고, 서책형 교재를 활용하지만 학생들이 필요한 경우 수시로 검색하여 볼 수 있도록 하는 것이 주요 목적이었다. 치아구성조직에 대한 정보는 치아를 이루는 구성조직과 주변 조직 중 10가지에 대한 정보를 제공하고, 치아카빙 시 주의사항을 설명하였다. 치아형태에 대한 정보로 영구치 상·하악 16개, 유치 상·하악 10개의 치아버튼을 선택하면 치아정보를 확인할 수 있도록 하였다. 각 치아의 맹출 및 근 완성시기, 맹출 순서, 표기법 및 특징을 제시하였다.

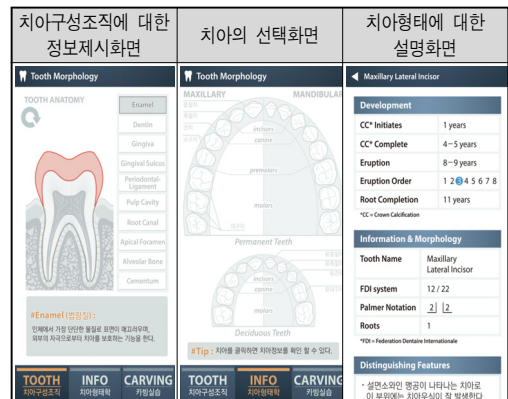


그림 5. 치아형태학 사진의 화면 구성

2.3 치아 카빙실습 튜토리얼

치아 카빙 실습 튜토리얼은 카빙절차에 대해 6단계로

나누어 각 단계별로 해야 할 과정을 요약, 설명하였다. 1단계로 왁스모형의 각 면을 조각하고, 2단계로 그린 치아의 바깥부분을 깎는 법, 3단계로 치아의 바깥 부분을 경교하게 깎는 법, 4단계로 설명부 및 교두의 수를 고려한 다듬기, 5단계로 곡선형으로 다듬기, 마지막 6단계로 치경선, 융선, 결정 등 치아의 특징 표시하기로 구성하였다. 치아카빙 실습 단계에서는 3D 치아 모델링 정보로 바로 이동할 수 있는 링크를 제공하였다.



그림 6. 치아카빙 실습 튜토리얼의 화면구성

2.4 3D 치아 모델링

3D 치아 모델링은 각 치아 유형(incisors, canine, premolars, molars)을 선택하면 1-6단계의 카빙 절차에 따른 결과물을 3차원으로 조망할 수 있는 3D모델링 으로 개발하였다. 학습자의 관찰 편의를 위하여 학습자가 모델링 방식을 통제하는 옵션을 제공하였다. 첫째, 카빙의 단계를 6단계로 나누어 각 단계를 학습자가 선택하여 볼 수 있도록 하였다. 둘째, 3차원 모델을 관찰하는 시점은 3가지 옵션을 제공하였다. 화면을 드래그 하는 방식의 자유로운 이동, 각 단계의 최종 산출물을 6개의 치아면(Labial Buccal, Mesial, Distal, Lingual, Incisal Occlusal)을 터치해서 각 면을 확인하는 방법, 좌우로 15도씩 회전하는 방식을 선택할 수 있다. 마지막으로, 왁스 1단계 그리드를 기준으로 차이 확인하기, 왁스 색(4가지) 선택하기 등 선택옵션을 제공하였다.



그림 7. 3D 치아 모델링의 화면구성

3. 3D모델링 기술을 활용한 모바일 튜토리얼 방식의 치아카빙 실습지원도구의 효과 분석

3.1 내용 타당도

내용 타당도의 항목은 내용의 정확도와 교수전략의 타당성을 기준으로 분석하였다. 평가결과 전체평균은 5.0으로 모든 항목에 대해서 타당하게 설계된 것으로 분석되었다.

표 3. 내용 타당도 평가 결과

구분	응답내역	평가자		평균	표준 편차
		평가자1	평가자2		
내용분석의 충실성	치아형태학 설명은 오류 없이 잘 제시되었다	5	5	5	0
	치아카빙 절차는 오류 없이 잘 제시되었다	5	5	5	0
	치아카빙의 형식은 오류 없이 잘 제시되었다	5	5	5	0
교수전략의 타당성	치아형태학의 설명의 제시방식은 적절하다	5	5	5	0
	3D모델링 방식의 치아카빙의 제시방식은 적절하다	5	5	5	0
	앱기반 3D모델링을 활용한 치아카빙 실습방식은 적절하다	5	5	5	0

내용의 정확도는 치아형태학의 설명, 카빙 절차 및 형식에 오류가 없이 잘 제시 된 것으로 분석되었다. 다만, 3D모델링의 1단계에서 전치부의 루트(Root)가 면표기를 위한 단상에 가려져 생략되었는데, 제시해 줄 필

표 4. 인터페이스 타당도 평가 결과

		구분	응답내역					평균	표준 편차
			평가자1	평가자2	평가자3	평가자4	평가자5		
내용 제시의 적절성	편의성	그림 등에 터치하면 설명 제시여부	5	4	4	4	5	4.4	0.55
		진행 도움말을 제시하는 버튼 여부	4	5	3	4	5	4.2	0.84
	매력성	제목이나 타이틀 디자인 및 콘텐츠 매력성	4	5	4	4	5	4.4	0.55
	심미성	컬러, 사진, 그래픽의 시각적 호소력 증진 여부	5	5	5	4	5	4.8	0.45
	멀티미디어	멀티미디어가 학습내용 이해에 도움이 되는지 여부	5	5	5	4	5	4.6	0.55
내용 구성의 타당성	체계성	내용의 조직화, 체계화 여부	5	5	5	4	5	4.6	0.89
		메뉴, 버튼사용 방식의 일관성	4	5	4	4	5	4.4	0.55
	단순성	복잡한 구성요소들의 단순화 여부	5	5	4	4	5	4.6	0.55
	매력성	사용자의 주의를 집중시킬 수 있는 형태로 정보가 제시되는지 여부	5	5	4	5	5	4.8	0.45
	정확성	전달하고자 하는 정보가 충분히 명확하게 전달되는지 여부	5	4	5	4	5	4.6	0.55
적절성	제시되는 정보의 대상 사용자에게 적절성	5	5	4	5	5	4.8	0.45	
상호 작용성	학습자주도성	학습자가 학습의 순서, 속도 등의 통제 가능성	5	4	3	5	5	4.4	0.89
	이해가능성	주 대상자가 이해하기 용이성	5	4	4	5	5	4.6	0.55
	용이성	주화면으로 돌아오기/기능간 이동 편리성	5	4	4	5	5	4.2	1.10
	평균		4.79	4.57	4.00	4.29	5.00	4.53	

요가 있다는 의견이 있었다.

교수전략의 타당성과 관련한 모든 항목에 대하여 매우 타당하다는 평가를 받았다. 치아모형을 돌릴 때 터치방향으로 방향 전환이 조금씩 되는데 자유자재로 부드럽게 돌아가면 좋을 것 같다는 의견이 제시되었다. 3D모델링은 자유자재로 방향 전환이 가능하도록 개발 되었으므로 사용자가 인터페이스의 인식에 어려움을 겪은 것으로 분석되어 인터페이스 설계의 개선 요구사항으로 분석하였다.

3.2 인터페이스 타당도

인터페이스의 타당도는 내용 제시의 적절성, 내용 구성의 타당성, 상호작용의 적절성을 기준으로 분석하였다.

전체 평균은 4.53으로 대체로 타당하게 설계된 것으로 분석되었다. 그러나 진행 도움말의 제시(4.2), 주화면으로 돌아오기 및 기능간 이동의 편리성(4.2)의 항목은 다른 항목에 비하여 평균이 낮게 나타났다. 그 이유는 첫째, 치아카빙 튜토리얼과 3D 치아 모델링간의 이동이 편리하지 않기 때문이었다. 인터페이스 전문가는 3D 모델과 카빙 단계에 대한 설명을 보여주길 기대하였으나 각각을 따로 제시하기 때문에 인지적 부하를 일으킬 수 있다는 점을 지적하였다. 화면사이즈와 인지부하를 고려할 때 다른 화면으로 구성할 수밖에 없다면 음성

설명 등을 함께 제시하는 등의 대안마련이 필요하다고 지적하였다. 둘째, 3D모델링에서 모델을 제시하는 영역과 모델링의 방향을 선택하는 영역, 모델링 단계를 선택하는 영역의 구분이 필요하다는 점이 지적되었다. 치아카빙의 6단계와 치아면(6면)의 선택을 병렬 배치하여 모델링 관찰 측면을 설정하는 옵션을 인지하기 어렵다는 점도 함께 지적되었다. 그 외에도 홈화면으로 이동하는 버튼이나 치아 카빙실습 튜토리얼화면에서 홈화면으로 이동하는 버튼의 모양에 대한 지적이 있었다.

V. 결론 및 제언

치아형태에 대한 이해와 치아카빙 능력은 치의학에 입문하는 학습자가 반드시 학습해야하는 기초분야이다. 그동안은 유선형 입체형태의 치아형태를 이해하고 이를 조각하는 과정은 학습자의 개인적인 학습의 영역으로 간과되어왔다. 치아형태에 대한 사진 자료를 보고 암기하는 수동적인 학습과 개별 실습이 분리되어 운영되는 기존의 방식은 치아 형태에 대한 이해와 임상기술의 종합 개발 효과를 거두기 어렵다. 따라서 치아구조를 그리고 조각하는 등의 과제 수행활동과 이론의 학습을 연계하는 교수학습모형개발이 필요하다. 또한 치아카빙 실습은 단계별 모델을 필요할 때마다 관찰할 수 있어야 더 효과적이는데, 조교의 시연만으로는 부족하다.

따라서 학생들이 언제든 모델을 관찰할 수 있도록 지원 도구를 제공할 필요가 있다.

최근의 발달된 모바일 기기와 3D모델링 등의 프로그램을 적용하면, 학습자에게 치아형태에 대한 3D모델링을 제공하고 실습과정을 안내하는 모바일 심리스 학습 환경을 구현할 수 있다. 이에 본 연구는 치아카빙 실습의 모바일 심리스 러닝 모형을 제안하고, 3D모델링 기술을 활용한 모바일 튜토리얼 방식 모바일 실습지원도구를 개발하였다.

연구 결과, 치아카빙 실습의 교수학습모형은 모바일 심리스 러닝의 개념을 바탕으로 치아형태의 학습과 치아카빙 실습을 연계하는 형태로 개발되었다. 치아형태학 강의 및 실습을 포함하는 강의실 활동과 학습자의 실습과 일상적 학습을 이 모바일 실습지원도구로 이음새 없이 자연스럽게 연결되도록 지원하는 모형이다. 또한 모바일 실습지원도구는 3D모델 정보를 제공하는 튜토리얼 방식으로 학습자의 카빙 실습과정에 필요한 정보를 제공하였다.

본 연구의 성과는 다음과 같은 의의를 갖는다. 첫째, 치의학 교육에 모바일 심리스 러닝 모형을 적용하여 강의실 수업과 개인의 실습활동을 연계성을 만들고, 지식과 기술의 연계, 지식 및 이해를 활용한 적용 및 창조활동으로 연결하는 교수-학습 방안을 제시하였다는 것이다. 둘째, 치아형태 이해 및 카빙 과정에 대한 학습과정을 연결하는 모바일 실습지원도구로 치아형태학사전, 치아 카빙실습 튜토리얼, 3D치아모델링의 세 가지 기능을 포함한 3D모델 정보를 제공하는 튜토리얼을 개발하여 타당성을 검증하였다는 것이다.

본 연구를 기반으로 치의학 분야에 ICT를 활용하는 수업모형과 지원도구인 모바일 콘텐츠 개발 연구가 촉진되기를 기대한다. 치의학 분야는 학습내용이 방대하고, 실습영역이 많기 때문에 모바일 심리스 학습모델의 적용가능성이 높다. 학습자의 실습과정의 중간산출물에 대한 사진자료 저장 및 모델과의 비교를 해주는 시뮬레이션 프로그램, 그리고 질의 응답을 공유하는 학습 공동체 기능을 추가 개발할 필요가 있다. 뿐만 아니라 그동안 진료과정에서 축적한 3D데이터를 활용한다면 다양한 치아형태 및 치아질병 현황에 대한 모델링 정보

를 구축할 수 있어 치아형태 이해뿐만 아니라 질병의 진단 및 치료를 포함하는 시뮬레이션 형태로의 발전도 기대할 수 있을 것이다.

그러나 연구과정에서 모바일 기기의 화면 사이즈의 제약으로 인해 학습내용을 제시에 집중하고, 인터페이스 요소를 최소화했기 때문에 사용상의 혼돈이 발생하였다. 치의학 분야의 학습자의 특성과 복잡한 학습내용의 구조상 인터페이스를 간단하게 설계할 필요가 있다는 의견도 함께 제시되기도 하였다. 이러한 상반된 전문가의 관점은 사용성에 대한 후속 연구의 필요성을 제기한다. 따라서 향후 연구에서는 실제 사용자를 대상으로 학습과정을 관찰하고 사용성에 대한 인식을 조사하는 방식으로 효과를 분석하는 학습자 대상 사용성 평가가 진행될 필요가 있다.

또한 치아카빙 실습의 모바일 심리스러닝 모형의 타당화 및 3D모델링 기술을 활용한 모바일 튜토리얼 방식의 치아카빙 실습지원도구의 효과 검증을 위한 현장 적용 등의 실증적 연구도 필요하다. 그 외에도 학습자의 공간지각력 등에 대한 개인적 특성과 학습과제의 처리 방식에 대한 인지적 특성에 따른 효과 등에 대한 규명으로도 발전시킬 필요가 있다.

마지막으로 본 연구 결과를 보다 의미 있게 현장에 활용하기 위해서는 교수 및 학습자에게 강의실 내 학습과 학습자의 실습과정이 연결되는 것임을 인지시키고, 자기주도적인 학습 문화 구축과 병행하여야 함을 제안하는 바이다.

참고 문헌

- [1] 김은경, “치의학 교육에서 Computer-Assisted Learning(CAL),” 대한치과의사협회지, 제40권, 제1호, pp.848-885, 2002.
- [2] M. Faisal, S. A. Ahmad, and U. Ansari, “Information and Communication Technology in Dental Education: Benefits and Drawbacks,” International J. of Multidisciplinary Approach and Studies, Vol.2, No.2, pp.147-155, 2015.

- [3] A.Welk, M. P. Maggio, J. F. Simon, M. Scarbecz, J. A. Harrison, R. A. Wicks, and R. O. Gilpatrick, "Computer-Assisted Learning and Simulation Lab with 40 DentSim Units," *International J. of Computerized Dentistry*, Vol.11, No.1, pp.17-40, 2007.
- [4] F. Curnier, "Teaching Dentistry by Means of Virtual Reality - The Geneva Project," *International J. of Computerized Dentistry*, Vol.13, No.3, pp.251-263, 2009.
- [5] Y. Yang, L. Zhang, and S. Bridges, "Blended Learning in Dentistry: 3-D Resources for Inquiry-based Learning," *Knowledge Management & E-Learning: An International J.*, Vol.4, No.2, pp.217-230, 2012.
- [6] M. Cantín, M. Muñoz, and S. Olate, "Generation of 3D Tooth Models based on Three-dimensional Scanning to Study the Morphology of Permanent Teeth," *International J. Morphol.*, Vol.33, No.2, pp.782-787, 2015.
- [7] E. Antenucci, "The Best 5 Dental Apps," *Dentistry IQ*, <http://www.dentistryiq.com/articles/2011/07/the-best-5-dental-apps.html>[2015.12.1]
- [8] 이정은, "3D모델링을 통한 치아카빙 실습 튜토리얼 개발," 한국교육공학회추계학술대회발표집, pp.45-53, 2015.
- [9] <http://haru.isloco.com/tag/%EC%B9%B4%EB%B9%99/>[2015.12.1]
- [10] M. Sharples, "Seamless Learning Despite Context," In L. H. Wong, M. Milad, M. Specht(eds), *Seamless Learning in the Age of Mobile Connectivity*, Spinger, pp.41-55, 2015.
- [11] 권성호, 이정은, "휴대폰기반 모바일보조학습시스템의 프로토타입 개발," 평생학습사회, 제7권, 제2호, pp.41-69, 2011.
- [12] 이수경, 박연정, 이다배, 허열, "수행지원도구로서 모바일 기술의 적용: 해외 기업교육 사례를 중심으로," *기업교육연구*, 제16권, 제1호, pp.187-215, 2014.
- [13] J. E. Lee, "A Formative Intervention on Mobile Learning Community," *Procedia Social and Behavioral Sciences*, Vol.191, pp.68-76, 2015.
- [14] T. W. Chan, "Removing Seams by Linking And Blurring," In L. H. Wong, M. Milad, M. Specht(eds), *Seamless Learning in the Age of Mobile Connectivity*, Spinger, 2015.
- [15] M. Sharples, J. Taylor, and G. Vavoula, "A Theory of Learning for the Mobile Age," In R. Andrews & C. Haythronrhwaite(eds), *Handbook Of E-learning Research*, pp.221-247, The SAGE, 2007.
- [16] H. Nicholas and W. Ng, "Mobile Seamless Learning and Its Pedagogy," In L. H. Wong, M. Milad, & M. Specht(eds), *Seamless Learning In The Age Of Mobile Connectivity*, pp.261-280, Spinger, 2015.
- [17] M. Milrad, L. H. Wong, M. Sharples, G. J. Hwang, C. K. Looi, and H. Ogata, "Seamless Learning: An International Perspective on Next-generation Technology-Enhanced Learning," In Z. L. Berge, L. Y. Muilenburg(eds), *Handbook of Mobile Learning*, Routledge, pp.95-108, 2013.
- [18] 진선미, 이정은, "중장년층의 디지털 커뮤니케이션 역량 강화를 위한 스마트러닝 모델 적용," *한국콘텐츠학회논문지*, 제15권, 제4호, pp.522-533, 2014.
- [19] G. Vavoula, N. Pachler, and A. Kukulska-Hulme, *Researching Mobile Learning: Frameworks, Tools and Research Designs*, Peter Lang, 2009.
- [20] W. Horton, *E-learning by design*, 김세리, 한승연, 우영희, 박성희(역), *Horton의 이터닝 설계: 활동 유형 및 사례*, 서울: 아카데미프레스, 2009.
- [21] 김진, 김선, 권호근, 이승중, 이충국, 이호용, "21세기 바람직한 치과의사상과 치의학 교육," *대한구강안면병리학회지*, 제25권, 제4호, pp.303-308,

2001.

[22] J. Phillips and Z. L. Berge, "Second Life for Dental Education," *Journal of Dental Education*, Vol.73, No.11, pp.1260-1264, 2009.

[23] 박보영, "역량기반 치의학교육의 개념과 교육학적 의미에 대한 고찰-ADEA의 역량 규정을 중심으로," *직업능력개발연구*, 제11권, 제1호, pp.315-235, 2008.

[24] S. F. Mohsin, R. B. Hassan, and A. F. Ariff, "Amalgamation of Dale's of Cone of Experience, Bloom's Taxonomy and 21st Centaury Skills through Virtual Learning Environment," *J. of Contemporary Management Sciences*, Vol.3, No.7, pp.88-99, 2014.

[25] 계보경, 김재옥, "블룸의 디지털 텍사노미," *한국교육학술정보원, 이슈리포트, RM 2013-6*, 2013.

[26] S. Yoshimoto, Y. Kuroda, M. Imura, O. Oshiro, K. Nozaki, Y. Taga, H. Machi, and H. Tamagawa, "Electrotactile Augmentation for Carving Guidance," *IEEE Trans Haptics*, DOI 10.1109/TOH.2015.2479229, 2015.

[27] 김은정, 이유나, 이상수, "초등학생들의 감정인식과 공감능력 향상을 위한 맞춤형 모바일 앱 개발," *한국컴퓨터교육학회 논문지*, 제17권, 제3호, pp.85-99, 2014.

박 사 범(Sa-Beom Park)

정희원



- 2011년 8월 : 홍익대학교 게임그래픽디자인과(미술학사)
- 2014년 9월 ~ 현재 : 단국대학교 치의학과(구강해부학석사과정)

<관심분야> : 메디컬일러스트레이션, 치의학교육

이 정 은(Jeong Eun Lee)

정희원



- 2003년 2월 : 한양대학교 교육공학과(교육학 석사)
- 2003년 2월 : 한양대학교 교육공학과(교육공학 박사)
- 2013년 3월 ~ 현재 : 단국대학교 교양학부 강의전담조교수

<관심분야> : 교수매체, 모바일학습 환경, 교수설계

저 자 소 개

박 중 태(Jong-Tae Park)

정희원



- 1998년 2월 : 조선대학교 전자공학(공학석사)
- 2003년 2월 : 조선대학교 전자공학(공학박사)
- 2007년 8월 : 조선대학교 치의학과(치의학박사)

• 2014년 3월 ~ 현재 : 단국대학교 치의예과 조교수

<관심분야> : 메디컬일러스트레이션, 치의학교육