

긴장 완화를 위한 어린이치과용 상호작용 애니메이션 생성 시스템

허유경¹, 문미경^{1*}

¹동서대학교 컴퓨터공학부

System for Generating Interactive Animation for Children's Dental to Relax Tensions

Yu-Gyeong Heo¹, Mikyeong Moon^{1*}

¹Division of Computer Engineering, Dongseo University

요약 유년기에서 성장기인 어린이들의 조기 치아 관리가 중요시 되고 있으며 어린이 환자 치과 진료도 꾸준히 증가하는 추세이다. 치과 치료에 불안을 느끼는 어린이 환자의 긴장을 완화시켜주기 위한 다양한 진정 요법이 요구되고 있다. 본 논문에서는 레진 치료에 쓰이는 치료 기구의 사용 상태를 실시간으로 파악하여, 사용 중인 치료 기구와 치료 단계에 따라 다른 스토리와 효과를 가진 애니메이션을 생성 할 수 있는 상호작용 시스템의 개발 내용에 대해 기술한다. 애니메이션은 주인공 캐릭터와 악당인 충치 캐릭터가 전투를 벌여 진료 단계에 맞춰 주인공 캐릭터가 악당을 하나씩 무찔러 승리하는 스토리이며, 치료 시작 시 재생되며 치료가 끝나면 애니메이션도 동시에 종료된다. 현재 어린이 치과에서 서비스되는 기존의 애니메이션 시청은 일방적으로 애니메이션이 재생되기만 할 뿐 어린이의 시선을 이끌기에는 부족함이 있다. 환자의 치료 과정에 맞추어 애니메이션 흐름이 진행된다면 어린이에게 색다른 흥미를 주어 치료에 대한 긴장감이 좀 더 완화될 것이다.

• 주제어 : 치료 단계, 애니메이션 효과, 스토리 진행, 어린이 치과 치료, 핸드 피스

Abstract Recently, early dental care for children is becoming more important, and the number of children patients' dental services is on the rise. So, a variety of seduction therapies are needed to alleviate the tension in children who are anxious about dental care. This paper describes the development process and contents of system that can display the animation of different stories according to the treatment stage by grasping the use state of the treatment device in real time. In the animation, the hero character and the villain, the cavity character, appear and the hero defeat the villain at each treatment stage. Animation is played when treatment starts and ends after treatment. Current existing one-side played animation of dental clinics is not enough to attract children's attention. If the flow of animation changes depending on the treatment process, it will give children a different enjoyment and consequently ease the tension over the treatment.

• Key Words : Treatment phase, Animation effects, Story progress, Child dental treatment, Hand piece

Received 07 December 2018, Revised 30 January 2019, Accepted 15 March 2019





* Corresponding Author Mikyeong Moon, Division of Computer Engineering, Dongseo University, 47, Jurye-ro, Sasang-gu, Busan, Korea.
E-mail: mkmoon@dongseo.ac.kr

I. 서론

유년기부터의 치아 조기 관리가 중요시되고 있으며 어린이 환자의 치과 진료도 꾸준히 증가하고 있다. 건강보험심사평가원에 따르면 충치라고 불리는 치아 우식증으로 진료를 받은 인원은 2014년 544만 6,938명, 2015년 588만 5,753명, 2016년 569만 6,246명으로 해마다 증가하고 있다[1]. 2016년 연령별 통계를 살펴보면 10세 미만이 22.8%로 특히 어린이에게 많이 발생하는 것으로 나타난다. 어린이 충치 진료가 증가함에 따라 충치 치료에 불안을 느끼는 어린이 환자의 긴장을 완화 시켜주기 위한 다양한 진정 방법이 요구되고 있다. 어린이 환자가 치료에서 관심을 돌리기 위한 애니메이션 시청 서비스나 약물에 의존하는 수면 치료, 웃음가스 치료가 있다. 하지만, 기존의 애니메이션 시청은 어린이들이 일상생활 속에서 충분히 많이 보아 오기 때문에 흥미를 불러일으키기에는 역부족이다. 약물에 의한 진정 요법은 호흡저하, 무호흡, 기도 폐쇄, 성문 연축, 심폐 기능 이상 등의 많은 부작용을 야기 시킨다[2].

본 논문에서는 아두이노 로커 스위치를 이용하여 사용 중인 치료 기구를 인식한다. 사용 중인 치료 기구에 따라 다양한 애니메이션 효과가 나타나도록 하며, 치료 단계를 파악하여 스토리를 진행시킨다. 충치 치료 방식은 실제 치아와 유사한 색을 보이는 심미성과 치질과의 접착이 가능하여 우수한 결합력이 장점으로 흔하게 사용되는 레진 치료 방식으로 한다. 다음 표 1은 레진 치료 과정을 나타낸다.

Table 1. Resin treatment sequence and process

Stage	Image	Explanation
Decayed tooth		Have a cavity in one's teeth.
Tooth decay		Remove the cavity with a highSpeed.
Cavity		Decayed teeth.
Etching		Acid treatment of the surface of the teeth through etching, making the surface rough.

Cleaning and drying		Cleaning the etchings with a 3 Way Syringe.
Bonding		Increase adhesion for resin charging with dentin adhesive.
Light irradiation		Harden the adhesive with a Light curing.
Resin Charging		Fill up the cavity with a resin.
Light irradiation		Harden resin with a Light curing.
Grinding		Trim teeth with a LowSpeed.

본 애니메이션은 기존 애니메이션 시청 서비스와는 달리 아두이노 센서와 유니티(Unity)를 사용하여 치료 과정을 파악하고 치료 단계에 맞추어 애니메이션 흐름이 진행되기 때문에 어린이 환자에게 색다른 흥미를 주어 치료에 대한 긴장감을 좀 더 완화시킬 것으로 기대한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 본 논문과 관련된 기존 연구들에 관해 설명하고 3장에서는 진료 과정에 따라 상호작용하는 애니메이션 생성 시스템의 하드웨어, 소프트웨어 개발 방법에 관해 설명한다. 4장에서는 개발한 시스템의 시뮬레이션 결과를 기술하고 5장에서 결론을 맺는다.

II. 관련연구

‘카봇과 함께 떠나는 VR 수술실 탐험’은 어린이 환자를 위한 VR 체험형 설명 처방 교육 콘텐츠이다[3]. 수술을 앞둔 어린이가 VR 헤드셋을 쓰면 그림 1과 같이 헬로카봇의 캐릭터들이 등장해 병원 장비와 시설을 게임 형식으로 체험할 수 있도록 구성되어 있다. 수술에 두려움을 느끼는 어린이 환자를 진정시킬 수 있는 VR 콘텐츠이다. 연구 [4]에서도 충치의 원인과 어린이 이를 올바르게 관리하는 방법에 대해 모션 그래픽을 사용하여 개발한 내용과 그 효과에 대해 기술하고 있

다. 이들은 재미를 더하기 위해 VR콘텐츠와 모션 그래픽을 사용한 것이며 본 논문과 같이 치료 과정에 따라 다른 영상이 나오거나 효과가 나오지는 않는다.



Fig. 1. Hello Carbot Medical VR

최근 의학저널 ‘Acta Odontologia Scandinavica’ 에 치과 치료 중에 비디오 안경을 쓰고 만화를 보면 치과 치료의 고통과 불안감을 극복하는 데 큰 도움이 된다는 연구 결과가 실렸다[5]. 연구 [6-8]에서도 대다수 아동이 치과 방문 중에 시청각 콘텐츠 사용에 대한 만족감을 표명한 것으로 보고하고 있다. 또한 연구 [9]에서는 아이들이 일반 그림책 보다 상호 작용하는 그림책에 더 관심을 가지며 그림책 내용에 대한 인식 기억 효과도 영향을 더 줄 수 있다는 결과를 보여주고 있다. 연구 [10]에서는 사용자와 상호작용할 수 있는 비디오 게임이 아이들의 집중력을 향상시킬 수 있음을 보이면서 이를 통한 논리력 교육 콘텐츠를 제시하고 있다. 이와 같은 관련 연구들의 결과를 통해 치과 치료 시 아이들의 긴장을 완화하기 위해 시청각 영상을 활용할 수 있고, 단순히 같은 스토리가 반복되는 영상보다는 실시간 치료과정과 상호작용할 수 있는 영상이 좀 더 효과를 줄 수 있을 것으로 판단 할 수 있다.

III. 긴장 완화 치과용 상호작용 애니메이션 생성 시스템

3.1 시스템 개념도

그림 2는 본 연구의 시스템 개념도이다. 레진 치료 기구인 핸드피스와 광중합기에 해당하는 아두이노 로커 스위치의 값을 유니티로 전달한다[11]. 유니티에서 애니메이션 시작 전 주인공 캐릭터 성별 선택과 치료할 충치 개수 입력 등 애니메이션 설정을 한다. 그리고 입력 받은 스위치의 값으로 치료 기구의 ON, OFF 상태를 인식하고 치료 단계를 파악한다. 치료 단계에 따라 스토리가 진행되며 사용 중인 치료 기구에 맞는 애니메이션 효과를 보여준다.

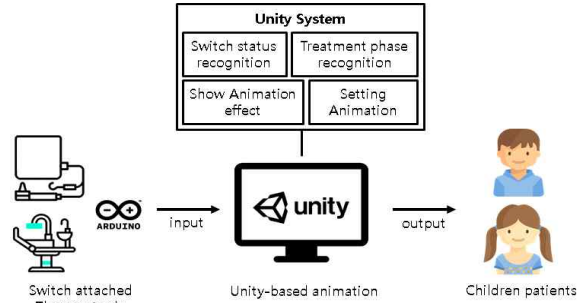


Fig. 2. System conceptual Diagram

3.2 하드웨어 설계

치과에서 레진 치료 기구로 핸드피스와 광중합기를 사용한다. 그림 3과 같이 핸드피스는 다양한 종류로 이루어져 있고 종류에 따라 사용 용도가 다르다. 핸드피스는 유닛 체어(Unit Chair)의 핸드피스 거치대에 보관하며 관리한다. 핸드피스는 순서가 바뀌지 않도록 사용 후에는 제자리에 거치해야 한다. 전자식 핸드피스 거치대는 탈거 시 작동한다.

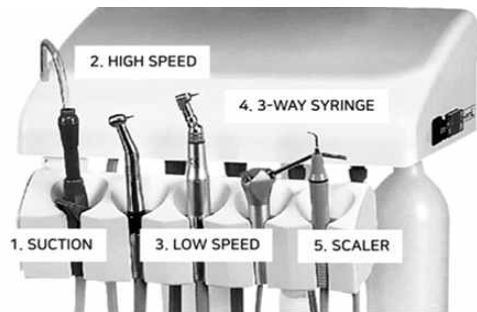


Fig. 3. Hand piece holder and hand piece

석션(Suction)은 진료 시 발생하는 약품 및 타액을 흡입한다. 하이스피드(HighSpeed)는 40만 rpm의 초고속 회전으로 상한 치아를 삭제하며 마찰열이 발생하므로 동시에 물이 분사된다. 로우스피드(LowSpeed)는 2만 rpm의 저속 회전으로 치아 흡집을 닦아내어 치아 표면을 다듬을 수 있다. 쓰리 웨이 실린지(3-way Syringe)는 깨끗한 물과 에어를 공급하며 물 공급 버튼과 에어 공급 버튼이 분리되어 있다. 광중합기(Light Curing)은 핸드피스의 일부는 아니지만 레진 치료에 필수적인 기구이다. 광중합기는 레진 종류를 굳게 하는 장치로 자외선을 쬐어 레진의 경화작용을 활성화시킨다. 이처럼 레진 치료에는 여러 핸드피스와 광중합기가 사용된다. 본 논문에서는 하이스피드, 로우스피드

쓰리웨이 실린지, 광중합기의 사용 유무를 체크하여 치료 단계를 파악한다.

본 논문에서는 마이크로컨트롤러 보드를 기반으로 한 오픈 소스 컴퓨팅 플랫폼인 아두이노를 사용하여 각 치료 도구의 사용 중, 사용 중지 상태에 해당하는 로커 스위치의 ON, OFF 상태를 제어한다. 그림 4는 아두이노 로커 스위치 여섯 개로 구성된 배선도이다.

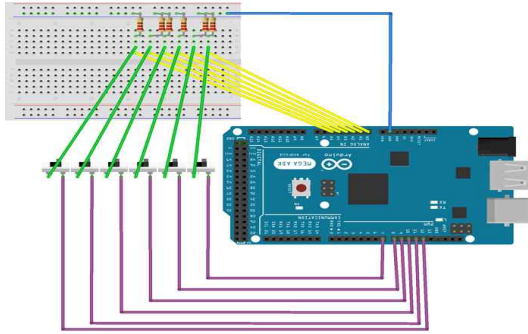


Fig. 4. Arduino hardware design

3.3 소프트웨어 설계

다음 표 2는 본 연구의 기능적 요구사항을 정리한 것이다.

Table 2. Functional Requirements

Requirement name	Description	Order of priority
Set the number of characters	Set the number of enemy characters to appear in animation.	Middle
Set the gender of the character	Choose the gender of the main character that will appear in the animation.	Middle
Recognize treatment equipment status	Recognize the ON, OFF status of the treatment equipment with the switch values entered.	High
Recognize treatment equipment in use	According on the treatment equipment being used, the attack effect of the characters will vary.	High
Understanding treatment steps	Identify the step of resin treatment with the treatment equipment in use.	High
An animation run	Depending on the step of treatment, the number of enemy characters is reduced.	High

3.4 애니메이션 및 소프트웨어 개발

3.4.1 애니메이션 작동 시나리오

애니메이션 시작 전 치료할 충치 개수 입력과 애니메이션 주인공의 성별을 선택하면 애니메이션으로 넘어간다. 적 캐릭터의 수는 입력한 개수의 2배만큼 등장한다. 애니메이션의 단계는 실제 레진 치료 과정을 바탕으로 설정한다. 애니메이션 단계는 치료 시작, 충치 삭제, 에칭 세척, 본딩, 레진, 다듬기, 치료 완료 등 총 7단계로 구성되며 단계가 지날수록 적 캐릭터의 수는 적어진다. 애니메이션 시나리오는 아래 그림 5와 같다.

유닛 제어 등받이의 기울기를 조절하는 스위치를 켜면 애니메이션이 시작된다. 하이스피드가 작동되면 충치 삭제 단계로 파악한다. 충치 삭제 단계 완료 후 적 캐릭터는 입력한 개수의 80%만 남게 된다. 하이스피드와 쓰리웨이 실린지 등 모든 기구 사용이 일정 시간동안 중지되면 에칭 바르는 단계로 넘어간다. 그 후, 에칭을 세척하기 위해 쓰리웨이 실린지를 작동시키면 에칭 세척 단계로 넘어간다. 에칭 세척 단계 후 적 캐릭터 수가 60% 남게 된다. 에칭 세척 후 치아에 본딩제를 바른다. 이 단계에도 아무 기구를 사용하지 않으므로 일정 시간 모든 기구 사용이 중지되면 본딩 바르는 작업 중으로 인식된다. 본딩 후 쓰리웨이 실린지의 바람과 광중합기를 사용한다. 본딩 단계는 광중합기 사용으로 인식한다. 본딩 단계 후 적 캐릭터 수가 40% 남게 된다. 본딩 단계 이후 와동에 레진을 채운다. 이때 광중합기 사용 중지 후 일정 시간이 지나게 되어 본딩 완료 단계로 인식한다. 레진을 채우고 경화시키기 위해 광중합기를 다시 사용하며 레진 단계로 넘어간다. 레진 단계 후 적 캐릭터의 수는 20%로 줄어든다. 레진 단계가 끝나고 치아 모양을 다듬기 위해 로우스피드를 사용한다. 로우스피드가 작동되면 다듬기 단계로 파악한다. 다듬기 단계가 끝나고 모든 기구 작동을 멈춘 후 일정 시간이 지나면 적 캐릭터가 모두 사라진다. 유닛 제어의 기울기 스위치를 끄게 되면 애니메이션이 끝난다. 애니메이션의 스토리는 미리 만들어진 일정한 시간 동안의 영상이 아니고, 각 진료 단계가 마쳐야지 다음으로 넘어갈 수 있는 마치 게임의 형태의 스토리를 가진다. 만약 치료 시간이 길어진다면 적(충치)은 죽지 않고 계속 나타나게 되고, 치료 시간 동안 해당 공격이 계속 더해진다.

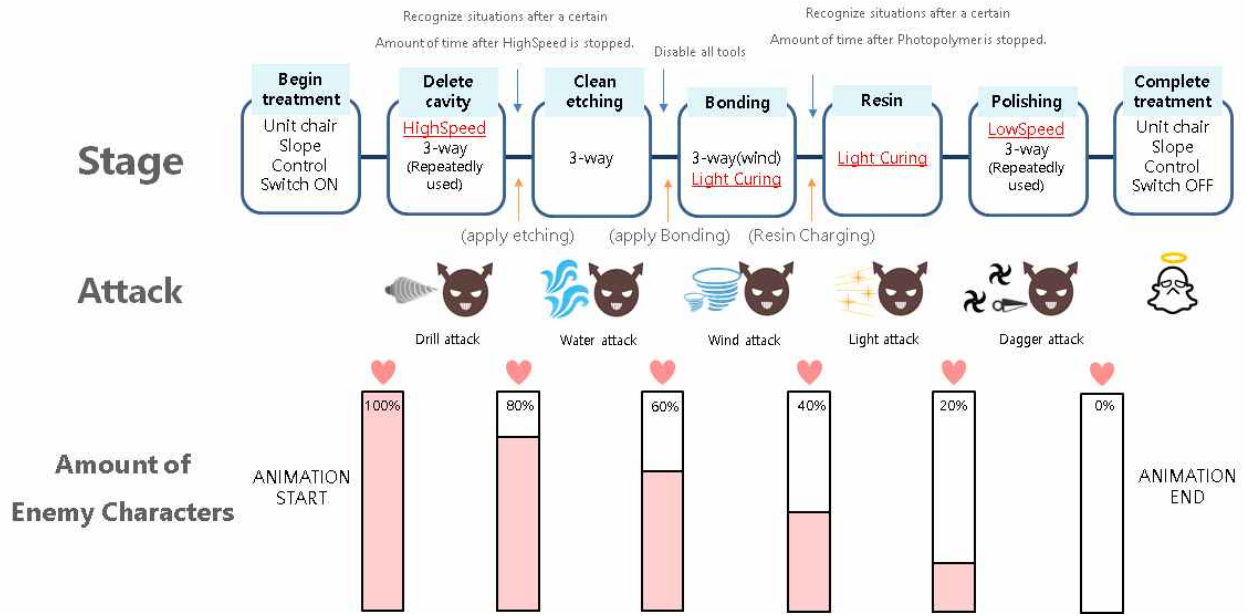


Fig. 5. Animation Scenario

3.4.2 기구별 공격 효과

치료 기구를 작동시키면 작동시킨 치료 기구의 특성에 맞는 공격 효과로 애니메이션 주인공 캐릭터가 적 캐릭터를 공격한다.

하이스피드는 초고속 회전으로 충치를 삭제하므로 캐릭터가 드릴을 고속 회전시키며 적에게 날리는 공격을 한다. 로우스피드는 저속 회전으로 치아 모양을 닦으므로 캐릭터가 표창 던지는 공격을 한다. 쓰리웨이 실린지의 물 기능은 물로 불순물을 씻어내기 때문에 캐릭터가 파도 공격을 한다. 쓰리웨이 실린지의 바람 기능은 수분 제거를 하므로 캐릭터가 토네이도 공격을 한다. 광중합기는 자외선 원리이기 때문에 캐릭터가 빛을 날리는 공격을 한다. 공격 효과 이미지는 아래 표 3과 같다.

애니메이션의 캐릭터 및 공격 효과 에셋은 유니티 에셋 스토어를 활용했다. 캐릭터는 일러스트레이터팀 'ARISAN'의 '6 Monster & 5 animation' 등으로 스파인(Spine) 애니메이션 제작 프로그램을 사용하여 동작을 구현하였다. 공격 효과는 게임 스튜디오 'UETOOLS'의 '100+ Magic Particle Effects'으로 유니티 내의 스프라이트(Sprite) 애니메이션 편집기를 활용하였다.

Table 3. Hero character attack Effects

3 way syringe - water	3 way syringe - wind
Light Curing - Light	RowSpeed - Ninja star
HighSpeed - drill	

아래 그림 6은 일부 공격 효과 오브젝트의 생성과 삭제 제어 코드이다.

```

switch (arduino_connect.Action)
{
    case 3:
        var effectAsset= Resources.Load("wave") as
GameObject;
        effect = Instantiate(effectAsset);break;
    case 5:
        effectAsset = Resources.Load("tornado") as
GameObject;
        effect = Instantiate(effectAsset); break;
    case 4:case 6:case 8:
        Destroy(effect); break;
}
    
```

Fig. 6. Attack Effects Asset Control Source code

공격 효과 오브젝트는 프리팹(prefab)으로 설정하고, 치료 기구의 상태 값을 전달받으면 인스턴스화(Instantiate)하여 생성 및 삭제한다.

3.4.3 치료 단계 판단

치료 단계를 판단하기 위해 현재 치료 단계를 저장하는 step 변수, 치료 기구의 ON, OFF 상태 값을 나타내는 Action 변수와 여러 조건문을 사용한다. 아래 그림 7은 치료 단계를 판단하는 일부 소스 코드이다.

```

if (Action==0)
step = 0;
else if(Action>0) {
// step 1: 치료 시작 전
if(step==0 && Action==1)
{
    step = 1;
    print("치료 시작 단계입니다.");
}

// step 2: 충치 삭제 단계
if((step>=1 && step<3) && Action==7)
{
    step = 2;
    print("충치 삭제 단계입니다.");
}
}
}
    
```

Fig. 7. Treatment phase decision Source code

유닛 제어의 기울기는 OFF 상태일 때 Action 변수는 0이 되고, ON 상태일 때 1이 된다. Action 변수가 0이면 step 값은 0이 되며 치료 시작 전 단계를 나타낸다. Action 변수 2 이상의 값은 각 도구의 ON, OFF 상태를 뜻한다.

3.4.4 적 캐릭터 치료 단계별 개수 제어

치료 단계를 저장하는 step 변수로 각 단계마다 적 캐릭터 수를 줄일 수 있다. 아래 그림 8은 에칭 바르는 단계로 전체적 캐릭터 수 batCount에서 20% 제거해야 한다. 제거해야 할 수를 destroy_count 변수에 저장하며, 반복문을 사용하여 인스턴스화되어 생성되었던 적 캐릭터를 Destroy 함수로 각각 제거한다.

```

// 에칭 바르는 단계
if (arduino_connect.step == 2.8f)
{
    destroy_count = (int)((batCount * 2) * 0.2);
    for(int count=0; count<destroy_count; count++)
        Destroy(enemies[count]);
}
    
```

Fig. 8. Enemy Character Destroy Source code

IV. 시뮬레이션 및 결과

그림 9의 왼쪽 그림은 애니메이션 시작 전 치료할 충치 개수를 입력하는 화면이다. 그림처럼 2개를 입력했을 때 애니메이션에서는 입력 개수의 2배인 4마리의 적 캐릭터가 등장한다. 오른쪽 그림은 애니메이션에 등장할 캐릭터의 성별을 고르는 화면이다.

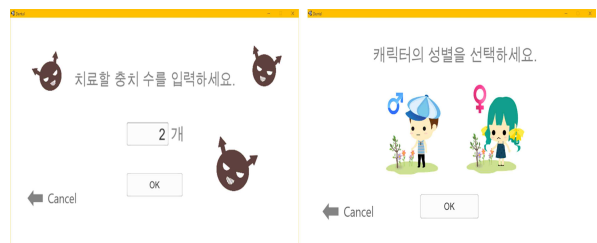


Fig. 9. Animation Setting screen

아래 그림 10은 충치 삭제 단계의 애니메이션 장면이다. 드릴 공격에 맞은 적 캐릭터는 머리 위에 악마 데미지 표시가 뜬다.



Fig. 10. HighSpeed attack effect

그림 11은 에칭을 바르는 단계의 애니메이션 장면이다. 적 캐릭터의 공격으로 주인공 캐릭터가 데미지를 입고 있다.



Fig. 11. Ethcing apply phase and enemy attack

본 논문에서 개발한 시스템은 기존 연구들에서 제시한 실험결과를 활용하여 다음 표 4와 같이 그 효과를 판단한다. 어린이 치과 치료에 효과를 증명한 내용은 시청각 자료가 주어지는 것이고, 아이의 집중력과 관심을 끄는 자료는 상호작용할 수 있는 그림과 게임이다. 본 시스템에서는 이러한 효과를 모두 가지도록 아이의 치과 진료 과정과 상호작용하며 게임의 형태로 애니메이션이 나오도록 시스템을 개발하였다.

Table 4. Effect for concentration of child

Effective contents	Related works	This system
audiovisual contents	[6-8]	
interactive animation	[9]	
interactive game	[10]	

V. 결론

본 논문에서는 어린이 치과에서 레진 치료 중 사용 중인 치료 기구에 따라 캐릭터의 공격 효과가 변하며 치료 단계에 맞게 스토리가 진행되는 애니메이션 생성 시스템의 개발 내용에 대해 기술하였다. 이 애니메이션은 치료에 사용 중인 기구를 실시간으로 인식하고 치료의 단계를 파악하여 그 결과에 맞는 애니메이션을 보여준다. 본 애니메이션은 어린이 치과 치료에서 어린이 환자에게 새로운 시청 서비스로 제공되어 환자의 치료에 대한 불안감과 긴장감을 완화시켜 줌으로써 심리적 안정을 취할 수 있게 해준다.

ACKNOWLEDGMENTS

This work was supported by Dongseo University, “Dongseo Cluster Project“ Research Fund of 2019 (DSU-20190012).

REFERENCES

- [1] H.S. Noh, “Dental carries, number of patients treated”, HIRA Web Magazine
- [2] Y. Yang, T. Shin, S. Yoo, S. Choi, J. Kim, T. Jeong, “Survey of Sedation Practices by Pediatric Dentists”, Journal of the Korean academy of pediatric dentistry, Vol. 41, No.3, pp.257-265, 2014.
- [3] JSC, Seoul National University Hospital MR research center, “Exploring VR operating room leaving together with CABOT”, <https://www.youtube.com/watch?v=iJL1J-gm968>, 2018.
- [4] W. Sarinastiti, D. Susanto, R. Mutammimah, “Skill Level Animation Technique on Dental Care Motion Graphic for Children”, International Electronics Symposium, pp.29-30, 2016.09.
- [5] I. Shin, “Cartoons during dental treatment can help overcome anxiety”, Whosaeng sinbo, 2018.09.
- [6] Y. Liu, Z. Gu, Y. Wang, Q. Wu, V. Chen, X. Xu, X. Zhou, “Effect of audiovisual distraction on the management of dental anxiety in children: A systematic review”, International Journal of Paediatric Dentistry, vol. 29, no. 1, pp. 14-21, 2018.

[7] MA. Hoge, MR. Howard, DP. Wallace et al. "Use of video eyewear to manage distress in children during restorative dental treatment", Pediatric Dentistry, vol.34. no. 5, pp.378-382, 2012.

[8] S. Nuvvula, S. Alahari, R. Kamatham et al. "Effect of audiovisual distraction with 3D video glasses on dental anxiety of children experiencing administration of local analgesia: a randomised clinical trial", European Archives of Paediatric Dentistry, vol 16. no. 1. pp.43-50, 2015.

[9] Z. Xiang, L. Zhang, "Research on interactive animation elements of interaction picture book based on children's cognition", 2014 IEEE International Conference on Progress in Informatics and Computing, pp. 246-249, 2014.

[10] A. Alsubaie, M. Alaitan, M. Boubaid, N. Zaman, "Making learning fun: Educational concepts & logics through game", 20th International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT), 2018.

[11] M. S. Jang, Y. H. Sim, W. B. Lee, "Implementation of Arduino Air Mouse for Sniper simulator Game" KISPS Vol. 17, pp. 61~66, 2016.

관심분야 : IoT응용개발 방법, 소프트웨어 품질평가, 소프트웨어 프로덕트라인 개발방법 등

저자 소개

허 유 경 (Yu-Gyeong Heo)



2019년 2월 : 동서대학교
컴퓨터공학부(공학사)

문 미 경 (Mikyeong Moon)



이화여자대학교
전자계산학과(이학사)
이화여자대학교
전자계산학과(이학석사)
부산대학교 컴퓨터공학과(공학박사)
2006년~2008년 부산대학교
정보컴퓨터공학부 연구교수

2008년~현재 동서대학교 컴퓨터공학부 부교수