

---

# 아바타 기반 교육용 멀티미디어 콘텐츠 저작시스템의 설계 및 구현

이혜정\* · 정석태\*\*

## Design and Implementation of Education Multimedia Content Mastication system based on AVATAR

Hea-Jung Lee\* · Suck-tae Joung\*\*

---

이 논문은 2004년도 원광대학교의 교비 지원에 의해서 연구되었음

---

### 요 약

본 논문에서는 LipSynchro 소프트웨어 개발 키트(SDK)를 사용하여 아바타 기반 교육용 멀티미디어 콘텐츠 저작시스템을 설계하고 구현하였다. 모션생성 엔진과 음성 동조화 엔진을 연동함으로써 아바타의 움직임을 자동으로 생성하여 이를 교육용 멀티미디어 콘텐츠 저작 툴과 결합하여 보다 나은 교육용 콘텐츠를 생성할 수 있도록 하였다.

### ABSTRACT

In this paper, we design and implements editor for education multimedia content authoring based on avatar that use LipSynchro software development kit(SDK). This system automatically generate a movement of Avatar interworking with motion generation engine and phonetic tuning engine. thus, it is able to more excellent educational contents that combine educational multimedia contents authoring tool

### 키워드

교육용 멀티미디어 콘텐츠, AVATAR

### 1. 서 론

교사와 학생의 요구에 따른 교육 콘텐츠를 개발하고, 이를 공유하여 교육정보화의 목표를 달성하는 것이 현 디지털 교육사업의 당면과제이다. 아바타와 음성을 동조화하는 기술은 멀티미디어 교육

및 정보전달을 위한 디지털 콘텐츠 제작에 안정성 및 편리성을 가져올 수 있으며, 강사의 음성만으로 비디오 영상 클립을 생성함으로써, 캠으로 영상을 촬영해야만 했던 기존 방식과 비교하여 보다 나은 교육용 콘텐츠를 생성할 수 있도록 하였다. 쉽고 편리한 교육 영상콘텐츠 제작은 학생들에게 보다

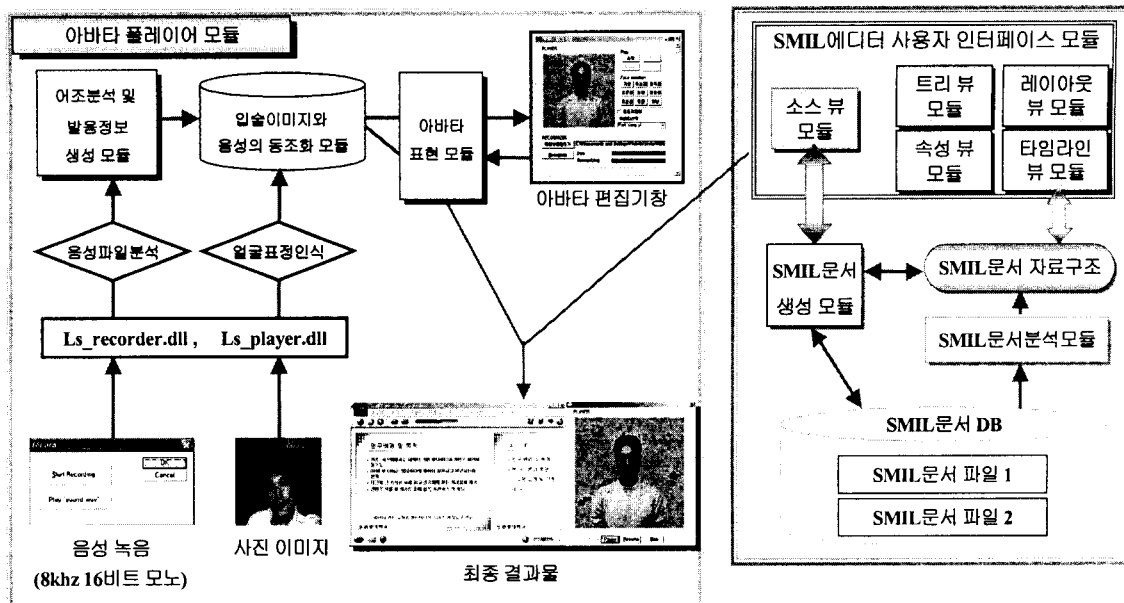


그림 1 아바타 기반 교육용 멀티미디어 콘텐츠 저작 시스템의 구성도  
 Fig. 1 A Block Diagram of Education Multimedia Content Mastication System based on AVATAR

많은 흥미를 유발시키고 유익한 정보를 빠르고 정확하게 전달할 수 있다. 현재 인간과 컴퓨터간의 상호작용은 단순한 기계적 조작을 벗어나 좀 더 친숙한 형태로 나가고 있다. 그 중에서 궁극적인 상호작용 방법으로 간주되고 있는 것이 음성과 시각을 통한 인터페이스이다. 이는 음성과 시각을 통한 명령과 결과의 전달을 말하며, 이로 인해 음성압축, 음소인식, 아바타와 연동되는 음성 처리기술 등이 필요하게 되었다. 이와 같은 기술들로 사람과 친숙한 형태를 가진 모델을 구현함으로써 인간과 컴퓨터간의 상호작용을 더욱 친밀하게 하는 인터페이스를 만들 수 있다.[1]

따라서 본 논문에서는 동기식 멀티미디어 통합 언어인 SMIL(Synchronized Multimedia Intermedia Integration Language)을 기반으로 LipSynchro 소프트웨어 개발 키트(SDK)[2]사용하여 아바타 기반 교육용 멀티미디어 콘텐츠저작을 위한 에디터를 설계하고 구현하였다. 이 에디터는 화면에 보이는 그대로를 출력물로 얻을 수 있게 하는 위지윅(WYSIWYG : What You See Is What You Get) 개념을 이용한 인터페이스를 제공함으로써, SMIL을 모르는 사용자들도 SMIL문서를 쉽게 작성할 수 있게 하였다. 또한 모션생성엔진과 음성 동조화 엔진을 연동하여 제작된 아바타는 마치 살아있는 것 같이 보여 지며, 자동으로 아바타의 머리와 눈동자,

눈썹 등의 기본적인 움직임을 생성함으로써 보다 사실적인 움직임을 보여줄 수 있도록 하였다.

본 논문의 2장에서는 관련연구에 대해서 설명하고, 3장에서는 시스템 설계 및 구현결과를 보이고, 마지막으로 4장에서는 결론을 맺는다.

## II. 관련연구

현재 교육용 멀티미디어 콘텐츠 저작을 위한 효율적이고 생산적인 저작도구의 개발 및 연구가 활발히 진행되고 있다.[3] 이로 인해 SMIL[4]을 활용하여 쉽고 효과적으로 SMIL문서를 작성할 수 있는 기능을 지원하는 인터페이스 개발과 다양한 기능을 지원하여 대중성을 높이는 많은 SMIL 저작도구[5]가 출현되고 있으며, 이를 이용한 멀티미디어 프리젠테이션 제작을 위해 국내외에서 개발되어진 여러 저작도구들이 있다. 그 중 대표적인 국내 에디터로는 (주)다산기술의 TagFree[6][7]와 스마일미디어의 EZer[8]가 있고, 외국의 에디터는 RealProducer G2[9], T.A.G Editor, GRiNS Pro Editor for SMIL 2.0[10]이 있다. 이 외에도 많은 SMIL 에디터들이 개발되면서 좀더 편리한 인터페이스를 제공하고는 있으나 아직 국내에서 아바타를 기반으로

하는 저작 시스템의 개발은 미흡한 실정이다. 기존의 저작도구들의 기능을 통합하고 단점을 보완하며 실제와 같은 아바타를 이용한 보다 나은 교육용 멀티미디어 콘텐츠 저작 시스템의 개발이 요구되고 있다.

### III. 시스템 설계 및 구현

본 시스템의 특징은 SMIL과 아바타를 기반으로 하는 교육용 멀티미디어 콘텐츠 저작 시스템을 설계하였으며, 멀티미디어 콘텐츠의 재사용성을 높임으로서 시간과 비용을 줄이고, 편집 후 실시간으로 문서 작성 결과를 확인할 수 있도록 하였다. 이 시스템에 의해 만들어진 콘텐츠는 오디오정보와 비주얼정보를 상호보완적으로 사용함으로써 교육의 효과를 향상 시킬 수 있다.

#### 3.1 시스템 설계

##### 1. 아바타기반 교육용 에디터 구성

본 논문에서 설계한 아바타를 이용한 교육용 콘텐츠 저작에디터는 그림 1에서 보는바와 같이 크게 아바타 플레이어와 기존에 본 연구실에서 개발된 SMIL에디터[11]로 나눌 수 있다. SMIL에디터 안에서 작동되는 아바타 플레이어는 녹음된 음성 파일과 사진이미지를 DLL파일을 통해 어조분석 및 발음정보를 생성하게 되며, 사진에서 가져온 얼굴표정은 음소인식엔진과 아바타 연동 음성처리엔진을 통해서 동조화가 이루어지게 된다. 마지막으로 입술과 이미지가 동조화 되면 아바타 플레이어를 통해 작동이 되는데 여기에서는 아바타가 움직이는 동작이나 아바타의 설정들을 자유롭게 할 수가 있다.

SMIL에디터는 SMIL 문서 생성 모듈, SMIL 문서 분석 모듈, SMIL 문서 자료구조, 그리고 사용자 인터페이스 모듈의 4부분으로 이루어져 있으며, 이를 기반으로 하여 사용자가 교육용 콘텐츠나 멀티미디어 교재를 쉽고 편리하게 저작할 수 있도록 설계하였다.

그림 1에서 SMIL 문서는 SMIL 문서 생성 모듈을 통해서 소스 뷰 모듈로 보여지거나, 분석 모듈을 통해 검증된 SMIL 문서를 파싱하여 SMIL 문서의 자료구조에 저장되어 있다가 사용자가 마우스를 이용하여 정보를 클릭하면 각각의 모듈(레이아웃 뷰 모듈, 타임라인 뷰 모듈, 트리 뷰 모듈, 속성 뷰 모듈)에 의해 설정된 뷰로 분류되어 사용자에게 보여지고 오류가 있을 때에는 오류 메시지를 통해

오류 발생을 사용자에게 인지시켜 주며, 이에 대해 바로 수정할 수 있도록 하였고 수정된 자료는 실시간으로 확인할 수 있도록 설계하였다.

다음은 본 논문의 각 모듈에 대한 세부적인 설계에 대해 설명한다.

##### 2. 어조분석 및 발음정보생성모듈

이 시스템에서의 음성 압축은 효과적인 음성 신호의 처리로 14Kbps에서의 양방향 동시전송 방식을 지원한다. ITU-T Vocoder (G.723.1, G.723AB와 5.4Kbps, 4.8Kbps, 2.4Kbps, 1.2Kbps 에서 사용되는 Vocoder)를 채택하여 최적의 음성 알고리즘을 적용한다.

그림 2는 어조분석 및 발음정보생성 모듈에 대한 그림이다. Input에서는 음성파일이 입력이 되고 SDK템플릿을 활용하여 음원에 따른 발음 특성(음소에 따라 분류를 하게 된다.

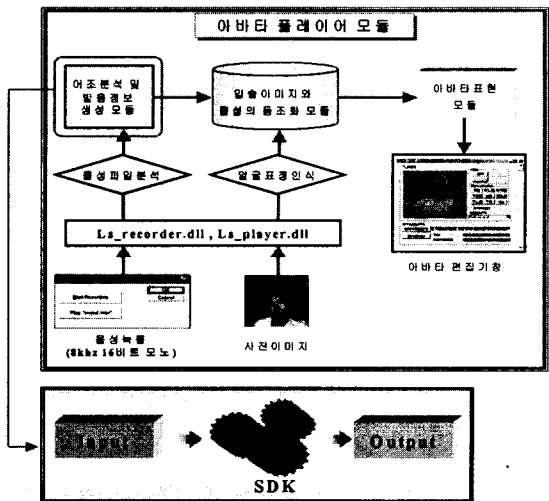


그림 2 어조분석 및 발음정보생성 모듈  
Fig. 2 Tone of the Voice analysis and Pronunciation Information Generate Module

##### 3. 입술이미지와 음성의 동조화모듈

음소인식은 인공신경 네트워크 기술(ANN - Artificial Neural Networks Technology)에서 출발하였고 신경네트워크와 음소 데이터베이스를 이용하여 음성의 특징을 분석하고 음소를 분류하여 개발하였다. 음소인식 엔진은 음성에서 음소를 자동으로 분석하고 인식하며, 음소 그룹에서 음소를 세분화하고 입술 움직임에 적용시켜 자연스러운 애니메이션

1) 음원분석으로부터 얻게 되는 계수

이션을 실시간으로 생성한다.

그림 3은 입술이미지와 음성의 동조화 모듈에 대한 그림이다. Return 값은 SDK가 인식하게 되는 음소계수를 가져오게 되고 Image에서는 사진의 정보를 가져온다. 그다음에는 음소인식엔진을 통해서 음성의 특징을 분석 및 음소를 세분화하여 분류하게 되며 아바타 연동 음성처리엔진을 통해서 음성신호를 분석해서 얻은 정보를 이용하여 발음된 음소에 맞는 움직임 보여준다. Play에서는 가져온 정보를 아바타 플레이어에 나타낸다.

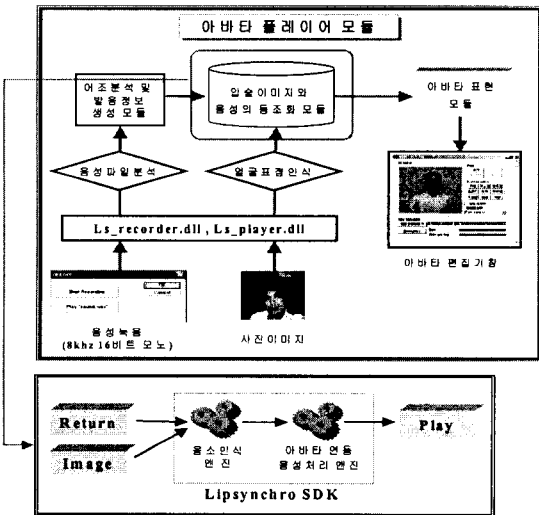


그림 3 입술이미지와 음성의 동조화 모듈  
Fig. 3 Lip image and Phonetic tuning Module

4. 음소(Phoneme)와 아바타

그림 4와 그림 5는 입술이미지와 음성의 동조화 모듈을 통해 인식되는 입술모양과 얼굴표정을 세분화 하여 그림으로 나타내었다.

A (아) 발음		M (엠, 음) 발음	
O (오) 발음		U (유, 우) 발음	
E (에) 발음		기 타	
F (프, 으) 발음			

그림 4 음소에 따른 얼굴표정  
Fig. 4 Features expression by Phoneme

기본 표정		왼쪽 눈썹 올라간 표정	
두 눈 감은 표정		오른쪽 눈썹 올라간 표정	
왼쪽 눈 감은 표정		웃는 표정	
오른쪽 눈 감은 표정		화난 표정	
놀란 표정			

그림 5 감정에 따른 얼굴표정  
Fig. 5 Features expression by Emotion

이와 같이 본 논문에서 사용되는 얼굴표정은 총 16가지로, 음소에 따른 얼굴표정이 a(아), o(오), e(에), f(프, 으), m(엠, 음), u(우, 유) other(기타) 발음으로 총 7가지 발음이 사용되며, 감정을 표현하는 얼굴표정은 기본표정, 두 눈 감은표정, 왼쪽 눈 감은표정, 오른쪽 눈 감은표정, 웃는 표정, 놀란 표정, 화내는 표정, 왼쪽눈썹 올린표정, 오른쪽눈썹 올린표정의 총 9가지 표정이 사용된다. 이와 같은 얼굴표정은 몰프타켓방식[12]으로 디자인되었으며 이렇게 만들어진 각각의 얼굴표정에 Mesh name를 지정해줌으로서 프로그램에서 동작하게 된다.

5. 아바타 플레이어 구현을 위한 모듈

아바타 플레이어 모듈은 Visual C++ 의 MFC 방식으로 제작하였으며 그림 6과 같이 크게 음원이 작동되는 음원분석모듈과 미디어가 작동되는 아바타 표현 모듈로 나눌 수가 있다. 각각의 소스 이름을 RecordSound.cpp, Recognizer.cpp, Player.cpp로 만들어주었다. 음원분석모듈에서 CRecordSound 클래스의 기능은 음원의 기록과 해석을 하게 되는데 웨브파일을 받아 그 음원을 프로그램에서 해석할 수 있게 컴파일하게 된다. 사용하는 소스이름 RecordSound.cpp 이며, 헤더파일은 RecordSound.h을 참조한다. CRecognizer 클래스의 기능은 CRecordSound클래스에서 받은 음원을 분석하고 아바타와 음성의 동조화 기능을 한다. 사용하는 소스이름은 RecordSound.cpp이며, 헤더파일은 RecordSound.h을 참조 한다. 아바타 표현모듈에서 CPlayer 클래스는 아바타의 초기설정과 배경, 아바타의 몸동작 등을 설정하고 각종 버튼을 설정하는 기능을 하며 감정표현들의 얼굴 동작기능을 한다. 사용하는 소스이름은 Player.cpp이며, 헤더파일은 Player.h을 참조한다.

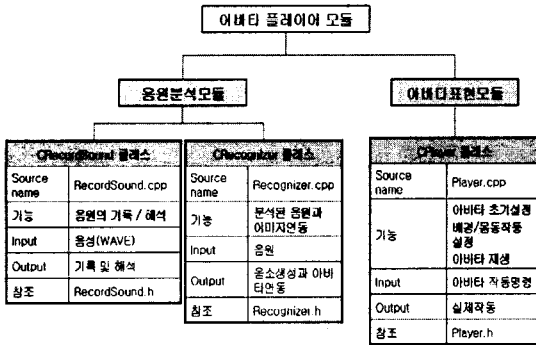


그림 6 아바타 플레이어 모듈  
Fig. 6 AVATAR Player Module

### 3.2 시스템 구현

본 논문에서 제시한 아바타 교육용 에디터는 크게 사용자 아바타 플레이어 부분과 인터페이스 모듈, 그리고 SMIL 문서의 생성 부분, SMIL 문서의 분석 부분, SMIL 문서의 자료구조로 나눌 수 있다. 이 중 본 논문에서 중점을 두고 설계한 부분을 아바타 플레이어 부분으로 웹브라우저를 통한 음성의 녹음을 테스트 해 볼 수 있으며 SMIL 문서의 분석부분에서 제작한 프리젠테이션 실행시 아바타 플레이어와 리얼 플레이어가 동시에 실행될 수 있도록 구현하였다.

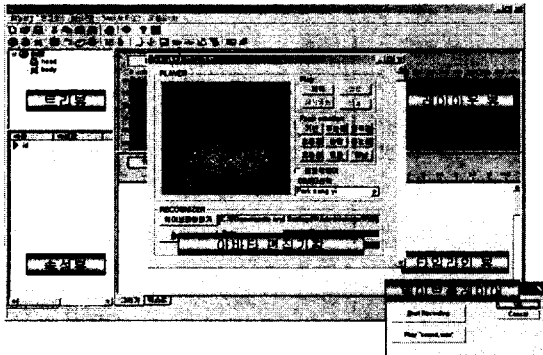


그림 7 아바타 교육용 에디터 전체화면  
Fig. 7 AVATAR Educational editor Interface

그림 7은 구현된 아바타 교육용 에디터 전체화면으로 처음 화면에 아바타 편집기창<sup>2)</sup>이 생성되며, 웨이브녹음 아이콘을 클릭하면 음성녹음을 하는 웹브라우저가 생성된다. 트리 뷰에서는

2) 본연구실에서 개발한 SMIL에디터 인터페이스와 같이 처음 실행시 나오는 아바타 플레이어

SMIL 문서의 계층적인 구조를 표현하였고, 레이아웃 뷰에서는 교육용 콘텐츠가 보여질 전체적인 크기나 교육용 콘텐츠를 이루고 있는 여러 개의 미디어 객체들의 크기와 위치를 볼 수 있다. 타임라인 뷰에서는 SMIL 문서의 <body> 부분에 포함되는 노드가 생성되는 것으로 미디어 객체들과 아바타의 재생시간, 재생순서, 시작시점과 종료시점 및 동시재생인지 순차재생인지를 볼 수 있으며 속성 뷰에서는 선택된 노드의 정보를 표현하고 있다.

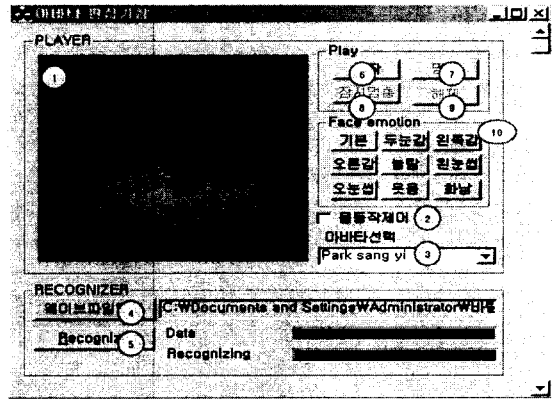


그림 8 아바타 편집기 창  
Fig. 8 AVATAR Editor Interface

#### 1. 아바타 편집기 창

아바타 편집기창(그림 2)은 먼저 디지털카메라로 찍은 2D 이미지를 3D MAX로 3D화한 아바타를 보여주도록 하였다. ① CPlayer클래스<sup>3)</sup>에서 아바타 뒤에 나오는 배경 및 기본텍스트 설정은 g\_strBackFile, g\_strCaption 함수를 사용한다.

```
const char* g_strBackFile = "test.bmp";
const char* g_strCaption = "LipSynchro Player";
```

아바타의 몸동작을 움직이게 해주는 기능<sup>②</sup>은 CPlayer::SetBodyMovement함수를 사용하였고, 원하는 아바타를 선택<sup>③</sup>하여 바꾸어 줄 수 있는 함수로 g\_strAvatarDesc를 사용하며, 그에 대한 이름 표시는 g\_strAvatarFil을 사용한다.

```
void CPlayer::SetBodyMovement() {
    m_ctrlAVATARX.SetDisableBodyMovement(m_bFreezeBodyMovement);
}
```

3) 미디어의 초기설정 및 배경 그리고 아바타의 몸동작 등을 설정하고 버튼들을 제어해주는 역할

아바타를 동작하기 위해서는 음원을 가져와야 하는데 파일을 불러오는 버튼(④)이 필요하고 사용되는 함수는 CPlayer::SetWavFile이며 가져온 웨이브파일과 아바타를 병합시켜주는 기능 버튼(⑤)이 있다.

```
void CPlayer::SetWavFile(CString str)
if(str.IsEmpty())
return;
```

음원을 불러들이면 실행버튼(⑥)이 활성화되어 실행될 때 아바타가 소리에 따라 동작하게 되며 함수는 CPlayer::Play를 사용한다. 중단할 경우 Stop 버튼을(⑦)실행하고 CPlayer::Stop함수를 사용하였다. 동작 중 일시정지와 해제는 (⑧, ⑨)버튼을 사용하면 되고, CPlayer::Pause, CPlayer::Resume 함수를 사용한다.

```
void CPlayer::Play() {
if(IsPlaying()) return;
m_pParent->GetDlgItem(IDC_BTN_PLAY)->
EnableWindow(FALSE);
m_pParent->GetDlgItem(IDC_BTN_PAUSE)->
EnableWindow(TRUE);
m_pParent->GetDlgItem(IDC_BTN_RESUME)->
EnableWindow(TRUE);
m_pParent->GetDlgItem(IDC_BTN_STOP)->
EnableWindow(TRUE);
.....
```

다음으로 아바타의 표정을 관리해주는 기능(⑩)이 있는데 여기에는 기본표정, 두 눈 감은표정, 왼쪽 눈 감은표정, 오른쪽 눈 감은표정, 웃는 표정, 놀란 표정, 화내는 표정, 왼쪽눈썹 올린표정, 오른쪽눈썹 올린표정의 총 9가지 표정기능 버튼들이 있으며 이에 관련되어진 함수로는 CPlayer::Avatar Changed, CPlayer::EnableControls가 있다. 표 1은 CPlayer 클래스 함수를 간단히 정리했다.

함 수	기 능
Init	폼보 박스의 초기설정 아바타의 배경과 파일의 경로
PropagateCombobox	아바타 이름과 함께 폼보 박스 기능을 수행
AvatarChanged	선택된 아바타를 열고 버튼들의 기본 설정들도 제어
Play	시작버튼의 기능수행 및 버튼들의 설정
Stop	종료버튼의 기능수행 및 버튼들의 설정
Pause	일시 정지 버튼의 기능수행 및 버튼들의 설정
Resume	일시 정지 해제버튼의 기능수행 및 버튼들의 설정
EnableControls	버튼 초기화 설정 및 얼굴 9가지 강경표현
SetWavFile	새로운 웨이브파일을 설정, 음성파일오류
SetBodyMovement	아바타의 움직임 제어
SetSetFile	아바타 화면에 표현

표 1 CPlayer 함수의 기능  
Table 1 Functional of CPlayer Function

2. 웨이브 플레이어

그림 9는 본 논문에서 구현한 웨이브 플레이어로서 강의에 필요한 음성녹음을 할 수 있게 해주는 역할을 한다. 본 시스템의 음성인식은 8khz의 16bit 모노를 필요로 하기 때문에 조건에 맞춰서 구현하였다.

웨이브 플레이어는 녹음을 시작하는 버튼(①)과 녹음 내용을 테스트해 볼 수 있는 버튼(②)이 있으며, 이를 저장(③)하고 종료하는 버튼(④)들을 포함하고 있다.

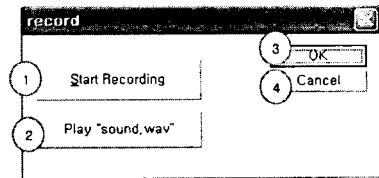


그림 9 웨이브 플레이어  
Fig. 9 Wave Player

표 2는 웨이브 플레이어의 소스를 정리하였다. CRecordDlg 클래스는 웨이브 플레이어의 실행에 사용된다. CRecordDlg 클래스에서 OnButton1()함수는 웨이브파일이 녹음되는 기능을 해주며, CRecordDlg 클래스에서 OnButton2()함수는 녹음된 웨이브파일을 재생시켜준다.

```
//wav 파일 녹음
void CRecordDlg::OnButton1()
{
if(m_bRecording)
{
CFileDialog *p;
char Fileopen[] = "wav file(*.wav)|*.wav|";
p = new CFileDialog(FALSE, "wav", NULL,
OFN_OVERWRITEPROMPT|OFN_HIDEREADONLY|OFN_EXPLORER,
Fileopen);
if(p->DoModal() == IDOK )
{
CString strPathName = p->GetPathName();
CFile file(strPathName, GetPathName());
.....
}
}

//wav 파일 실행
void CRecordDlg::OnButton2()
{
// TODO: Add your control notification handler code here
if(m_PlayMMSound)
{
m_PlayMMSound->PostThreadMessage
(WM_PLAYMMSOUND_PLAYSOUNDPTR, 0, (LPARAM)m_PlayThread);
m_PlayMMSound->PostThreadMessage
(WM_PLAYMMSOUND_PLAYFILE, 0, (LPARAM)"sound.wav");
}
}
}
```

표 2 웨이브 플레이어 소스  
Table 2 Wave Player Source

3. 최종실행 화면

본 논문의 최종실행은 한 번의 마우스 조작으로 리얼플레이어와 아바타플레이어가 함께 동작하게 되는데 왼쪽의 리얼플레이어는 강의에 관련된 이미지를 보여주며 오른쪽 아바타 플레이어에서는 강의 내용에 대해 아바타가 강의를 하게 된다.

SMIL에디터에서 강의를 제작한 것과 같이 동작되는 아바타플레이어는 그림 10에서 보는바와 같이 강의에 필요한 기능만 추가하였으며 이 SMIL에디터 제작시 아바타와의 연동을 설정하여 리얼플레이어와 아바타플레이어를 동시에 작동되도록 한다.

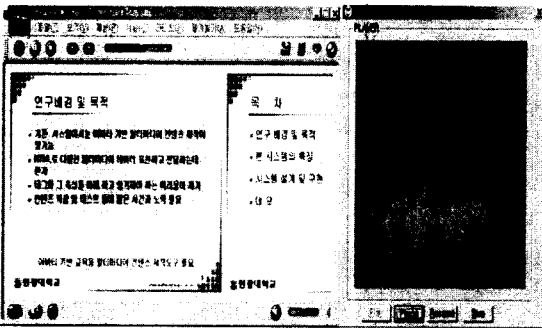


그림 10 최종 실행 화면  
Fig. 10 Execution Interface

IV. 결 론

현재 컴퓨터 기술, 특히 정보 통신 관련 기술의 발달로 인하여 인터넷 사용자는 언제 어디서나 컴퓨터와 네트워크 연결이 있는 곳이면 자신이 원하는 교육 정보를 손쉽게 취득할 수 있게 되었다. 하지만 실제 교육현장을 담당할 교사들에게는 이러한 교육용 소프트웨어를 개발할 수 있는 프로그래밍 지식이 부족하며, 교사들 스스로 원하는 학습 자료를 작성하기가 어려운 실정이다. 이에 따른 대안으로 일반 교사들이 숙련된 컴퓨터개발 지식이 없어도 사용할 수 있는 범용 저작도구가 있지만, 이의 활용에는 다음과 같은 많은 문제점들이 있다.

또한 기존 연구에서는 아바타 기반의 멀티미디어의 콘텐츠 제작이 불가능 하였고 여러 가지 제공되는 도구들과 통합되지 못하였다. 그리고 단지 RealPlayer G2와 미디어간의 연결도구에 불과하였고, 하나의 완성된 아바타를 위해 많은 시간과 비용이 드는 문제점을 가지고 있다.

따라서 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하여 보다 효과적으로 교육용 멀티미디어 콘텐츠를 저작하고 편집할 수 있는 아바타를 이용한 교육용 콘텐츠 저작에디터를 구현하였다. 인간에게 가까운 측면에서의 컴퓨터 사용을 돕는 3D 아바타를 이용하여 구현한 아바타 플레이어는 음성만으로 음소인식을 통해 정확한 발음에 따른 입 모양을 보이며 아바타 연동 음성 처리를 통해 발음에 따른 머리, 눈동자, 눈썹, 눈감박임 등의 다양한 움직임을 자동으로 생성하여 살아있는 아바타를 멀티미디어 교육용 콘텐츠 저작들과 결합하여 보다 나은 교육용 콘텐츠를 생성할 수 있도록 하였다.

참고문헌

- [1] <http://www.greenart114.co.kr/menu2/avatar.htm>
- [2] <http://www.seestorm.com/lipsynchrosdk.jsp>
- [3] Roger C., et. al, "Multimedia Application for Education and Training : Revolution or Red Herring?". ACM Computation Surveys, vol.27, No.4, pp. 633-635 December 1995
- [4] W3C, Synchronized Multimedia Integration Language(SMIL)1.0 Specification, <http://www.w3.org/TR/1998/12EC-smil-19980615,1998>
- [5] <http://my.dreamwiz.com/gojirael/html/smil/smil.html>
- [6] Tagfree, Tagfree 2000 SMIL Editor v1.0, <http://www.tagfree.com/english/product/producto2.asp?menu=2>
- [7] (주)다산기술, <http://www.tagfree.com>
- [8] 스마일미디어, EZer SMIL 1.0, <http://www.smilmedia.com> No.4, pp. 633-635 December 1995.
- [9] RealNetworks, RealPlayer, <http://www.real.com/?PV>
- [10] Oratrix, GRiNS Pro Editor for SMIL 2.0, [http://www.oratrix.com/products/G2E/index\\_html](http://www.oratrix.com/products/G2E/index_html)
- [11] <http://www.comet-cartoons.com/toons/3ddocs/headpolymodel/>
- [12] 이해정, 정성태, 정석태, "교육용 멀티미디어 콘텐츠 저작도구의 설계 및 구현", 한국해양정보통신학회, Vol.7, No.5, 2003년 10월

저자소개



이혜정(Hea-Jung Lee)

1997년 호원대학교 컴퓨터공학과 학사

2000년 원광대학교 컴퓨터공학과 석사

2002년~현재 원광대학교 컴퓨터공학과 박사과정

※관심분야 : 영상처리, 컴퓨터그래픽스, 컴퓨터 애니메이션



정석태(Suck-Tae Joung)

1989년 전남대학교 전산학과졸업

1996년 스쿠바대학 이공학연구과 석사 학위 취득

2000년 스쿠바대학 공학연구과 박사학위 취득

2001년~현재 원광대학교 전기전자 및 정보공학부 교수

※관심분야 : 공간 파서 생성기, 비주얼 시스템, 오감 정보통신