

원격 강의용 콘텐츠 제작 도구를 위한 동영상 생성 알고리즘

권오성

공주교육대학교 컴퓨터교육과

요 약

무크(Mook) 서비스 정착과 교육부의 원격 수업 확대 정책에 힘입어 대학을 중심으로 온라인 수업이 일반화하고 있으며, 출석 정규 수업의 형태도 일부 원격 방식으로 전환되는 추세이다. 본 논문은 이러한 교육 환경에서 필요한 교육용 콘텐츠를 제작하는 도구에 관한 것으로 이에 필요한 오디오 동기화 방법과 편집 알고리즘을 제안하였다. 제안한 알고리즘을 노트북 등 일반적인 PC 환경에서 그 성능을 측정하였다. 평가 결과, 안정적인 CPU와 Ram 사용량을 보였다. CPU 사용은 평균 9.3% 점유율을 나타냈고 Ram은 평균 87Mega바이트의 안정적인 사용량을 기록하였다(CPU 2.60GHz, 820*600 영역 기준). 본 제안하는 방식을 사용하면 손쉽게 자기 PC로 원격 교육을 진행할 수 있을 것으로 판단된다.

키워드 : 무크, 원격 교육, 콘텐츠 제작, 오디오 동기화, 동영상 편집, 온라인 수업

Video Generation Algorithm for Remote Lecture Recording Tools

Oh-Sung Kwon

Dept. of Computer Education, Gongju National University Of Education

ABSTRACT

On-Line Lectures are becoming more common due to the MOOK service and the expansion of national policy in Korea. Especially, It is being changed to new remote mixed style from traditional lecture in universities. We propose and implement a remote contents making tool with audio synchronization function based on more with less resources. To implement our proposed algorithm, we design an interactive interface to assign multiple cutting intervals and convert an input video to print a new result. In experimental, we can confirm our algorithm works properly with average performance value 9.3% cpu share ratio and 87mega byte ram usage(CPU 2.60GHz, 820*600 Area).

Keywords : MOOK, Remote Education, Contents Making, Audio Synchronization, Video Editing, On-line Lecture

1. 서론

유튜브(Youtube), 무크(MOOC, Massive Open Online Course) 등을 중심으로 자기 제작 콘텐츠의 활용이 폭발적으로 증가하고 있다. 이러한 흐름에 따라 원격 강의 역시도 전문 스튜디오가 아닌 자기 사무실에서 제작하고 진행하는 추세에 있다. 무크의 경우는 전 세계에서 이미 천만 명이상이 이 플랫폼으로 인터넷 온라인 강의를 듣고 있다[9,10,17]. 한국의 경우도 케이무크(K-MOOC) 서비스를 2015년 10월부터 시작하였으며, 교육부의 지원 하에 우수 강의를 무료로 수강할 수 있도록 서비스하고 있다. 2017년 3월 5일 기준으로 국내 20개 이상의 대학이 참여하고, 220개가 넘는 강좌가 진행 중이다[6,15,16].

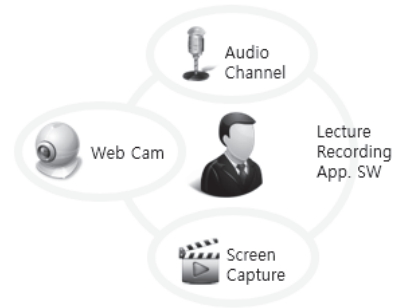
무크처럼 강좌 전체를 온라인으로 진행하며 학점을 취득하는 방식도 있지만 대학 캠퍼스에서 개설하는 출석 수업 위주의 오프라인(Off-line)강의도 그 일부 시간을 원격 강의 형태로 전환하는 추세에 있다. 한국의 교육부는 2018년부터 “고등교육법 시행령”에 따라 학교 밖 수업의 범위를 넓게 해석하고 온라인 원격 수업의 인정 범위를 확대하였다[12]. 이러한 원격 강의 확대 추세에 따라 대학을 중심으로 원격 콘텐츠 제작이 일반화되고 있으며, 대학 당국도 정규 수업의 일부 시간을 원격으로 진행하도록 허용하고 있다. 그 내용은 다음과 같다.

제14조의3(방송·통신에 의한 수업)
 원격대학이 아닌 대학에서 방송·통신에 의한 방법으로 수업을 실시하는 대학은 원활한 수업운영을 위해 적정 수준의 각종 서버, 통신 장비 및 콘텐츠 개발 설비 등을

바야흐로 21세기는 정보 사회 진입과 통신망과 정보 기기 일반화에 힘입어 누구나 손쉽게 원격 수업 서비스를 이용할 수 있는 시대임을 공감하고 있다. 아직은 오프라인과 온라인 수업의 비중에 관하여 논의가 분분하나 과거보다 온라인 원격 수업의 의존도가 높아지는 추세임을 대부분 공감하고 있다.

이러한 온라인 원격 강의를 위해서 교육 기관은 온라인

수업을 총괄하고 관리하는 학습관리시스템인 LMS (Learning Management System) 를 설치하여야 하고 강사에게는 자신의 강의를 녹화하고 제작할 수 있는 콘텐츠 제작 도구가 필요하다. 그러나 대학과 같은 고등교육 전문기관조차도 원격 수업용 콘텐츠 제작 환경이 열악한 상황이며, 더구나 전체 개설 강의에 원격 수업을 적용하는 경우 참여 교수와 강사의 요구를 수용하기 어려운 실정이다.



(그림 1) 강의 콘텐츠 제작 환경
 (Fig 1) Environment for Making Lecture Contents

이에 본 논문에서는 (그림 1) 과 같은 자기 사무실 환경에서 강사가 자기 PC를 이용하여 손쉽게 동영상 콘텐츠를 제작하는 방안을 제안하고자 한다. 전문 촬영 장비를 갖춘 스튜디오가 아닌 경우 몇 가지 제약 조건들이 따르기 마련이고 이를 극복하는 대안이 필요하다. PC용 콘텐츠 제작 도구는 다음과 같은 요구 사항을 만족해야 한다.

- 1) 웹캠 이미지 포함 : 강사의 모습을 콘텐츠와 함께 포함하여 녹화하는 기능
- 2) 녹화물의 오디오 동기화 보장 : 마이크 등 입력 장치 혹은 스테레오믹스 등 내부 녹음 장치를 사용하여 오디오를 수집하면서 동 시간의 화면 내용을 함께 동기화하여 저장하는 기능
- 3) CPU, 램(Ram) 리소스 사용의 최적화 : 노트북 등의 일반적인 PC 의 경우 전문 촬영기기에 비하여 촬영물의 관리에 최적화되어 있지 않으므로 열악한 리소스 상황일 수 있으므로 이를 감안하여 응용프로그램을 구현하여야 함
- 4) 녹화 실패 시 복구 기능 : PC 운영체제는 다양한

응용 프로그램이 함께 설치되어 실행되는 환경이므로 시스템의 안정성 면에서 전문 촬영 기기보다 못한 것이 사실이다. 이러한 단점의 대안으로 시스템 작동 불능 시에 중간 촬영 결과를 폐기하지 않고 연이어 작업하는 기능이 필요함

- 5) **녹화물의 간편 편집 기능** : 일반적으로 강의 촬영을 진행하는 경우 촬영 초반과 마무리 부분에서 불필요한 내용이 포함되기 쉬운데 이를 제거하는 잘라내기 기능 등이 필요함.

본 논문에서는 특히 3)번과 5)번을 중심으로 구현 방안을 설명하고 비교 실험을 통하여 적합성을 보이고자 한다.

2장에서는 원격 교육의 흐름과 관련 연구 동향을 살펴보고 3장에서는 원격 교육용 콘텐츠 제작도구의 제안하는 녹화 및 편집 알고리즘을 제안한다. 4장은 제안하는 방식의 안정성을 확보하기 위하여 다양한 평가 시나리오를 마련하고 반복 실험한 결과를 보이고 끝으로 결론을 제시한다.

2. 관련 연구

최근의 원격 교육은 전문영역이 아닌 일반인도 참여하는 형태로 대중화되고 있다. 이에 따라 일반 노트북에서도 쉽게 필요한 콘텐츠를 제작해야 하는 상황이 되었다. 본 논문에서는 이러한 도구 개발에 알맞게 적용될 수 있는 동영상 녹화 및 편집 방안을 제시하고자 한다.

먼저, 한국의 원격 교육은 2018년 고등교육법 시행령에 따라 고등교육기관인 대학을 중심으로 법제화 되었고, 전국의 많은 대학들이 참여하고 있다[12]. 이러한 변화에 맞추어 원격 교육의 방식과 효과에 관련한 다양한 연구 결과가 보고되고 있다.

Ye-sun Bae(2014)은 무크 기관의 수익모델 개발, LMS, 우수 강사 확보, 강의 번역, 인증 시스템의 질 확보 방안을 조사하였다[4]. Jin-Il Kim(2015)은 무크 플랫폼들 중 대표적인 코스라, 에드엑스, 유다시티, 오픈에텍스의 교수-학습 기능을 분석하였다[2]. Donghyuk Jo(2018)은 무크 사용에 따른 학습 효과를 분석하고 학습자를 위한 이상적인 운영 환경을 조사하였다. Jeremy R. Cooperstock(2001)은 증강 현실을 기반으로 한 미래

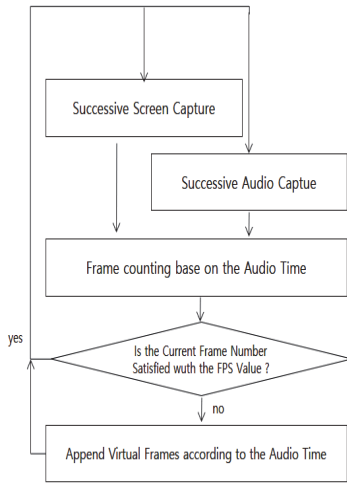
교실을 제시하였다[10].

동영상 녹화와 편집에 관련한 다양한 연구들이 보고되고 있으며 주로 편집에 필요한 자료구조와 알고리즘이다. Oliver C Mudford(2016)은 주어진 동영상으로 부터 샘플을 추출하고 녹화하는 성능을 측정하기 위하여 3가지 알고리즘을 제시하고 비교하였다[11]. Seong Su Hwang(2007)는 화면 녹화 소프트웨어를 사용하여 교육 콘텐츠를 제작하고 효과를 검증하였다[8]. 이외에도 오디오와 비디오의 동기화 관련 연구들이 다양하게 보고되었다[1,3,5,7].

3. 동영상 녹화 및 편집 알고리즘

콘텐츠를 제작하는 강사는 필요한 교육 자료(예, 워드문서, 프레젠테이션 문서 등)를 PC 화면에 게시하고 강의를 진행한다. 강사의 모습과 음성은 PC의 웹캠과 마이크를 거쳐 수집되고 화면의 녹화 정보와 통합하여 동기화된 후에 저장된다. 이 과정에서 화면 녹화, 동기화, 녹화물의 편집 등 주요 기능이 요구된다. 먼저 화면 녹화는 PC에서 실시간으로 진행되기 때문에 일반적인 동영상의 초당 프레임수(30프레임 이상)를 유지하는 것이 불가능하며, 사용자의 PC 상황에 맞추어 프레임 수를 지정하고 진행하는 것이 필요하다. 초당 프레임 수의 지정은 자기사 사용하는 PC의 CPU, Ram, 저장장치 등에 따라 큰 차이를 보인다. 특히 저장 장치를 하드디스크를 사용하는 것보다 SSD를 사용하는 경우 초당 화면 캡처 수를 1.5 배 이상 늘릴 수 있는 것으로 실험되었다. 수집된 캡처 정보는 출력 동영상의 저장 프레임으로 저장되며 오디오 정보의 시간과 동기화하고 불일치하는 경우 그 만큼 가상 캡처 프레임을 생성하는 방식으로 화자의 립싱크를 유지하는 방식을 사용하였다.

(그림 2)에서 보듯이 화면과 음성 캡처는 서로 다른 장치로 동시에 진행되기 때문에 강사의 립싱크 불일치 등의 문제를 야기할 수 있다. 이 문제는 녹화 종료 시점이 아닌 작업 중간에 부분별로 맞춰가면서 진행되어야 누적 오류를 방지할 수 있다. 본 논문에서는 순서도에서 보듯이 오디오 캡처 시간을 기준으로 필요한 동영상 프레임 수를 계산하고 부족한 부분은 가상 프레임을 만들어 동기화하는 방식을 채택하였다. 이 경우 가상 프레임



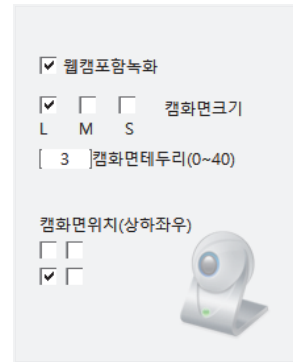
(그림 2) 비디오와 오디오 채널 간의 립싱크 알고리즘
(Fig 2) Lip Synchronization Algorithm for Video and Audio Channels

은 맨 마지막 캡처 이미지를 사용하였으며, 1-2 프레임 정도의 미세 조정이 필요한 경우가 많았다. 가상 프레임은 동일 이미지가 반복되는 것이기 때문에 차이가 큰 경우 어색한 동영상 출력이 될 수 있다. 이 경우에 사용자는 (그림 3)과 같은 화면에서 자기 PC에 필요한 내용을 설정장을 통하여 문제를 해결할 수 있다. 또한 화면과 오디오 캡처 정보를 통합하여 저장하는 것은 압축 코덱의 사용이 필요하며 본 논문에서는 오픈 소스 코덱으로 널리 알려진 xvid 코덱을 적용하였다[13].



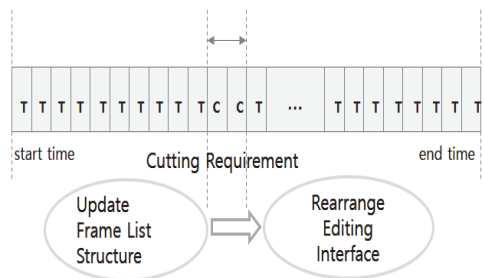
(그림 3) 비디오 세팅 인터페이스
(Fig 3) Video Setting Interface

강사는 자신의 모습을 웹캠을 통하여 촬영하고 출력 콘텐츠의 적당한 위치에 삽입할 수 있도록 설계하였다. (그림 4)는 웹캠 삽입 시 고려되는 크기, 위치, 모습 등을 지정하는 인터페이스 화면이다.



(그림 4) 오디오 세팅 인터페이스
(Fig 4) Audio Setting Interface

본 논문에서는 손쉬운 방식으로 동영상을 잘라내기 하는 등의 편집과 이를 위한 자료 구조, 운영 알고리즘을 제한한다. 절단 구간 지정과 같은 편집 동작은 (그림 5)와 같이 구성 프레임을 나누는 리스트 구조체가 정의되고 사용자의 마우스 동작을 동기화하여 해당 구간을 검색하고 적용하는 방식이다. 이와 유사한 방식이 일반적인 영상 편집기의 기본 기능으로 사용되고 있다 [1,2,3,4].



(그림 5) 프레임 리스트 절단 인터페이스
(Fig 5) Interface of Frame List Cutting

4. 성능 평가

4.1 성능 검증 시나리오

프로그램의 성능과 안전성을 검사하기 위해 총 66 가지의 검증 시나리오를 작성하였다. <표 1> 은 작성 시나리오의 일부 샘플이다. 시나리오는 실제 프로그램 사용 시 나타날 수 있는 전형적인 상황을 소프트웨어 품질 전문 기관(TTA)으로부터 제공 받아 실험하였다[16].

사용기기는 노트북 PC를 사용하였고 CPU는 Intel i7-6700HQ 2.60GHz 메모리는 8Giga 바이트를 사용하고 저장장치는 SSD 1 Tera 바이트 용량을 장착하여 실험하였다.

<표 1>은 웹캠으로 강사를 촬영하고 마이크 녹음을 진행하는 일련의 과정을 시나리오를 마련하고 입력 지정 절차에 따라 녹화하는 과정을 제시하고 있다. <표 2>는 녹화를 마치고 결과 영상을 편집하는 상황에서의 성능 검증 시나리오이다. <표 1>과 <표 2>를 사용하여 제안하는 방식을 구현하고 실험한 결과 모두 만족함을 보였다.

<표 1> 녹화 성능 검증 시나리오

<Table 1> Performance Test Scenario of Screen Recording

Verification Scenario	Input (Precondition Included)	Output (Postcondition Included)
	Precondition)	
	Webcam Included.	
Click rec. button on the Webcam Mode	Screen Dimension: W820 H600	a WindowPopuped (Save File Dlg)
Confirm a recorded video with webcam, PC screen, and speaker's audio.	Input Motion) Click Rec. Btn. Click Save Btn:Desktop Folder Click Confirm Btn. Click OK Btn.	Video including screen and Audio Data
Click rec. button	Precondition)	a
Set a File Name to save	Webcam Not Included. Screen Dimension: W820 H600	WindowPopuped (Save File Dlg)
Check whether the predefined Area is recored with audio	Input Motion)	Video including screen and Audio

Verification Scenario	Input (Precondition Included)	Output (Postcondition Included)
synchronization	Click Rec. Btn. Click Save Btn. Click Confirm Btn. Click OK Btn.	Data
Check whether we can record including webcam image	Precondition) Activate Webcam Mode Input Motion) Screen Dimension:W400H500	Maximized RecordingWindow
Check whether the recording area is able to resize	Precondition) Activate Webcam Mode Input Motion) Screen Dimension:W400H400	Minimized RecordingWindow

<표 2> 편집 성능 검증 시나리오

<Table 2> Performance Test Scenario of Video Editing

Verification Scenario	Input (Precondition Included)	Output (Postcondition Included)
		Condition)
Drag a section to be cutted	Precondition) Length Move : More than 1 Min. Input Motion) Drag from 0:02 to 0:12	from 0:02 to 0:12 Sec. Output)
Confirm the output Video after editing process	0:02 to 0:12	the marked Cutted Section Condition)
Check whether the fade-off effects	Precondition) Length Move : More than 1 Min. Input Motion) Drag from 0:12 to 0:02	from 0:12 to 0:02 Sec. Output) the marked Cutted Section

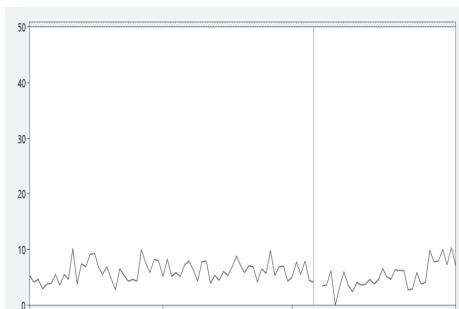
4.2 리소스 사용의 최적화

원격 콘텐츠 제작은 화면과 음성이 동시에 녹화되며 수업 자료 프로그램도 실행되는 환경이므로 소모되는 CPU 및 Ram 리소스의 양이 중요한 요소이다. 충분하지 못한 상황에서 녹화가 진행되는 경우 녹화물의 끊김 등의 부작용이 쉽게 발생할 수 있다.

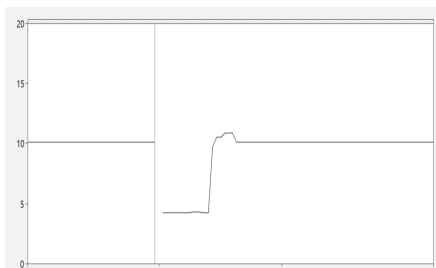
본 논문에서는 제안하는 방식으로 실제 프로그램을

구현하고 성능 평가하였다. CPU 사용률은 8%~12% 구간의 점유율을 보였고 평균값은 9.3% 이었다. (그림 6)은 이러한 CPU 점유율을 표시한다. 결국 노트북과 같은 충분한 리소스를 확보하지 못한 상태에서도 안정적인 콘텐츠 제작이 가능함을 확인할 수 있었다.

(그림 7)은 프로그램 사용 중에 요구되는 메모리 요구를 보여준다. 메모리는 화면 크기가 820×600 크기일 때 평균 87M bytes 의 요구를 기록하였다. 그림에서 보듯이 일정한 수준의 요구가 계속 유지됨을 확인할 수 있었다. (그림 7)에서 보듯이 프로그램 실행과 함께 메모리 사용이 증가함을 확인할 수 있었다. 메모리 요구량은 녹화 영역의 크기에 비례하며, 사용하는 PC의 CPU 시간과 메모리 성능에 맞추어 녹화 영역을 지정하여 사용해야 한다.



(그림 6) CPU 요구량 변이 그래프
(Fig 6) Tracing Graph of CPU Usage



(그림 7) 램 요구량 변이 그래프
(Fig 7) Tracing Graph of Ram Usage

5. 결 론

2018년 한국의 교육부는 그동안 대학 자율방식으로 운영하고 있던 원격수업을 공식적으로 보장하고 법제화 하였으며 이를 토대로 일선 대학 현장에서는 이러한 새로운 추세를 을 적극적으로 받아들이고 있다.

원격 수업을 진행하기 위해서 강사는 자신의 수업을 담을 수 있는 콘텐츠를 제작하는 일이 요구된다. 대학은 이를 위한 시설을 갖추어야 하는 데, 이 경우 비용도 들지만 강사 입장에서도 매번 녹화 스튜디오로 이동해야 하는 불편이 따른다. 이를 해결하기 위한 방안으로 본 논문에서는 일반적으로 흔히 사용하는 노트북과 기존 PC 에서도 가용할 수 있는 강의 제작 툴을 제안한다.

제안하는 원격 강의용 콘텐츠 제작 도구는 일반 PC 에서 운영되어야 하기 때문에 컴퓨팅 리소스가 작고 안정성이 전문 제작 장비에 비하여 떨어지는 것이 현실적인 상황이다.

본 논문에서는 이를 해결하기 위하여 최소 자원으로 가동하고 안정적인 성능을 갖춘 제작 방식 알고리즘을 제시하였고 이의 안정적인 성능 지표 결과를 제시하였다.

덧붙여 제안하는 제작 도구에 간략하게 녹화물을 잘라내기 편집할 수 있는 방식을 설명하고 이의 효용성을 보였다. 구체적으로 사용자가 녹화 후 자신의 영상의 특정 부분을 마우스 드래깅으로 지정하는 인터페이스를 구현하였고, 필요한 자료구조와 운영 절차를 제시하였다.

제안하는 방식과 알고리즘을 채택하여 콘텐츠 제작 도구를 제작하면 전문 제작 스튜디오에서 하던 콘텐츠 제작을 대신할 수 있을 것이다. 자신의 PC를 사용하는 콘텐츠 제작은 사용의 수월성에 힘입어 주된 사용 방식으로 자리잡을 것으로 기대한다.

추가적인 연구로는 웹캠을 사용하여 강사의 얼굴을 촬영하여 콘텐츠에 삽입하는 경우가 많은데, 이 경우 초근거리에서 초점이 잡히기 때문에 이로 인한 어안효과가 발생하기 쉽다, 어안(Fish Eye Effect)과 같은 광각 뷰를 강사의 모습을 왜곡시키는 데 이를 위한 자동 영상 개선 연구가 필요하다고 본다[14].

참고문헌

[1] Kwon Oh-Sung(2018), Video Editing Algorithm to Support Multiple Cutting Spots, *Journal of Korean Association of Information Education*, 9(2), 33-44.

[2] Jin-Il Kim, Jang-Hyeok Yun, Sun-Young Chang(2015), Environment of a MOOCs Platform Based on Open Source - Focused on K-University Platform, *Journal of Knowledge Information Technology and Systems*, 10(6), 675-686.

[3] J.P. Lewis(1991), Automated lip-sync: background and techniques, *Journal of Visualization and Computer Animation*, 2(4), 118-122.

[4] Ye-sun Bae, Woo-chun Jun(2014), "A Study on Analysis of Current Status and Improvement Suggestions for Massive Open Online Courses, *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, 18(12), 3005-3012.

[5] Hossein Hosseini, Baicen Xiao, Andrew Clark and Radha Poovendran(2017), Attacking Automatic Video Analysis Algorithms: A Case Study of Google Cloud Video Intelligence API, *Proceedings of the 2017 on Multimedia Privacy and Security*, ACM, 21-32.

[6] Joo Young Ju, Kim Dongsim(2017), A Study of Satisfaction and Intention to Use MOOC Based on UTAUT2 in Korea, *Journal of Lifelong Learning Society, Korea National Open University*, 13(1), 185-207.

[7] Kwang-deok Seo, Won Sup Chi, Soon-heung Jung(2009), A Precise Audio/Video Synchronization Scheme Based on RTP Packet for Multimedia Communication, *Journal of Korea Multimedia Society*, 653 - 663.

[8] Seong Su Hwang(2007), A Method for Creating Teaching Movie Clips using Screen Recording Software: Usefulness of Teaching Movies as Self-learning Tools for Medical Students, *Journal of Korean Radial Society*, 56(4), 395-402

[9] Donghyuk Jo(2018), Exploring the Determinants of MOOCs continuance intention, *KSII Transactions on Internet and Information Systems(TIIS)*, 12(8), 3992-4005.

[10] Jeremy R. Cooperstock(2001), The Classroom of the Future: Enhancing Education through Augmented Reality, Centre for Intelligent Machines, *McGill University*, 1-5.

[11] Oliver C Mudford, Neil T Martin, Jasmine K.Y Hui, and Sarah Ann Taylor(2016), Assessing observer accuracy in continuous recording of rate and duration: Three algorithms compared, *Journal of Applied Behavior Analysis*, 42(3), 527-539.

[12] Ministry of Education(2018), 「Enforcement Ordinance of Higher Education Act」, <http://www.moe.go.kr/boardCnts/>

[13] AviSynth grammar, http://avisynth.org/media-wiki/AviSynth_grammar

[14] Fisheye_lens(2018), https://en.wikipedia.org/wiki/Fisheye_lens

[15] K-Mooc(2018), <http://k-mooc.org/>

[16] K-Mooc(2018), <https://namu.wiki/w/K-MOOC>,

[17] Mooc(2018), <http://mooc.org/>

[18] Telecommunications Technology Association(2018), <http://www.tta.or.kr/>

저자소개



권오성

1994. 중앙대학교 대학원 컴퓨터공학과 공학박사
 1995~현재 공주교육대학교 컴퓨터교육과 교수
 2013~현재 (주)소프트상추 기업부설연구소장
 관심분야 : 이미지지능분석, 임베디드융합, 수업분석도구 등
 e-mail : oskwon@gjue.ac.kr