

가상현실 기반의 인공지능 영어회화 시스템

천은영

공주대학교 기계자동차공학부 강사

English Conversation System Using Artificial Intelligent of based on Virtual Reality

EunYoung Cheon

Instructor, Div. of Mechanical & Automative Engineering, Kongju National University

요 약 외국어 교육을 실현하기 위하여 기존의 다양한 교육 매체들이 제공되고 있지만, 교구 및 매체프로그램에 대한 비용이 많이 들고 실시간 대응력이 떨어지는 단점이 존재한다. 이 논문에서는 VR과 음성인식을 기반으로 한 인공지능 유형의 영어회화 시스템을 제안한다. 시스템 구축을 위해 Google CardBoard VR과 Google Speech API를 이용하며 가상현실 환경 제공 및 대화를 위한 인공지능 알고리즘을 개발하였다. 제안하는 음성인식 서버시스템에서는 사용자가 발화한 문장을 단어 단위로 분리해 데이터베이스에 저장된 데이터 단어들과 비교하여 확률적으로 가장 높은 것을 답으로 제공할 수 있으며 사용자들이 가상현실의 인물과 적절한 대화 및 응답이 가능하다. 대화가 제공되는 기능은 상황별 대화와 주제에 독립적이며, AI 비서와 나눈 대화 내용을 사용자 시스템에서 실시간 확인이 가능하도록 구현하였고 실험을 통하여 음성인식에 대한 응답비율을 확인하였다. 이 논문에서 제안하는 가상현실과 음성인식 기능을 접목한 시스템을 통하여 4차 산업혁명에 관련한 가상교육 콘텐츠 서비스 확장에 이바지할 것을 기대한다.

주제어 : 음성인식, 인공지능, 가상현실, 딥러닝, 음성인식 인터페이스, 4차산업혁명

Abstract In order to realize foreign language education, various existing educational media have been provided, but there are disadvantages in that the cost of the parish and the media program is high and the real-time responsiveness is poor. In this paper, we propose an artificial intelligence English conversation system based on VR and speech recognition. We used Google CardBoard VR and Google Speech API to build the system and developed artificial intelligence algorithms for providing virtual reality environment and talking. In the proposed speech recognition server system, the sentences spoken by the user can be divided into word units and compared with the data words stored in the database to provide the highest probability. Users can communicate with and respond to people in virtual reality. The function provided by the conversation is independent of the contextual conversations and themes, and the conversations with the AI assistant are implemented in real time so that the user system can be checked in real time. It is expected to contribute to the expansion of virtual education contents service related to the Fourth Industrial Revolution through the system combining the virtual reality and the voice recognition function proposed in this paper.

Key Words : Speech Recognition, Artificial Intelligence, Virtual Reality, Deep Learning, Voice Recognition Interface, 4th Industrial Revolution

*Corresponding Author : EunYoung Cheon(eycheon@cnu.ac.kr)

Received September 30, 2019

Accepted November 20, 2019

Revised November 1, 2019

Published November 28, 2019

1. 서론

4차산업혁명 시대에 도래한 지금 세계는 다국적 기업 외에도 많은 기업이 금융, 커머스, 의료&헬스케어, 미디어, 공공 등 산업 전 분야에 걸쳐, 챗봇과 AI 스피커 서비스를 제공하고 있다. 챗봇은 금융/커머스 분야를 중심으로, AI 스피커는 음악/날씨/스마트 홈 허브 서비스 중심으로 서비스 분야를 점차 넓혀가고 있다.

AI 서비스[1,2]는 대화형 인터페이스를 통해 자연어로 소통 할 수 있으며, 대화형 인터페이스[3,4]는 메신저 형태의 텍스트 기반 인터페이스[5]와 AI 스피커에서 사용하는 음성기반 인터페이스[6]가 제공되고 있다. 이 중 음성기반 인터페이스는 자연스러운 대화 또는 발성에 의한 음성을 인식하고 이를 실행명령어로 인지하거나, 단어를 인식하고 이것을 문법, 작업에 관련된 정보, 지식 등을 이용하여 문장 또는 연속적인 음성의 형태로 판단하여 그 의미들을 정확하게 문서화 또는 텍스트화가 가능해야 한다[7-9]. 현재 음성인식기술의 종류와 구분은 Table 1[10]과 같으며 이 중 발성형태 중 핵심어의 경우 발화한 연속음성 중에서 대상 단어를 추출하여 인식하는 방법으로 사용자가 발화한 문장의 정보 중 핵심어에 해당하는 것만 선택하고 싶을 경우 사용하게 된다. 인식대상단어 중 가변단어 기술의 경우 대상단어가 갱신될 경우 음소의 조합으로 인식대상 단어의 모델생성이 가능한 특징을 가진다. 인식대화상자 기술 중 화자독립 방식의 경우 현재 상용화 된 음성인식 시스템의 대부분에 사용되고 있으며 별도의 훈련과정 없이 다양한 사람들의 음성정보를 추출하여 데이터베이스가 가능하다[10].

Table 1. Classification and Features of Voice Recognition Technology

Vocal Form	Isolated word, Connected word, Continuous word, Key word
Recognition Dialog box	Speaker Dependency, Speaker Independence, Speaker Adaptation
Recognition Target word	Fixed word, Variable word

가상현실(Virtual Reality; VR)은 배경과 사용자가 접한 실제 현실객체, 이미지, 비디오 등의 구성요소를 토대로 3D 형태의 가상공간에서 추가 장비를 통하여 가상의 체험환경을 제공하는 것을 의미한다[11,12]. 가상현실체험을 위하여 Fig. 1과 같이 안경, 모션 및 제스처 인식장치 등의 기구를 이용하여 실현 불가능한 가상의 요소들

이나 계획된 현실에 대한 접근이 가능할 뿐만 아니라 교육, 영상, 기술요소 등을 경험하는데 있어 시간 및 공간에 대한 한계를 넘어설 수 있다. 이것은 청각, 시각, 감각 등을 이용하여 생동감과 몰입도를 높일 수 있다.



Fig. 1. VR and Speech Recognition System

기존의 존재하는 외국어교육에는 다양한 형태의 교육 교구가 제공되고는 있지만, 다양한 교구를 사용할수록 이들에 대한 비용이 높아지고 실시간 대응력이 떨어지는 문제점을 가지고 있다. 또한 VR 관련 서비스 개발 시 음성 지원이 되지 않는 단점이 존재하여 이를 해결할 필요가 있다. 이에 이 논문은 사용자가 VR 기기를 착용하여 생동감과 몰입도를 높일 수 있는 인공지능기반의 영어 회화 시스템을 제안한다.

이 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저 2장에서는 관련 연구에 대해 VR 환경과 음성인식에 관한 기술들에 대해 살펴보고 3장에서 제안 시스템에 관해 기술한다. 4장에서는 제시된 플랫폼을 기반으로 이미지 영어 회화 학습 실험하여 제안한 시스템에 대해 타당성과 정확성을 보여준다. 마지막으로 5장에서 논문의 결론을 기술한다.

2. 관련 연구

2.1 Google Cloud Speech API

Google Cloud Platform에서는 전 세계 각 지역에 위치한 데이터센터의 인프라를 기반으로 컴퓨팅, 데이터 애널리틱스, 사물인터넷, 클라우드 스토리지, AI 및 머신러닝, Machine Learning 등의 서비스를 제공한다[13]. 기업과 학계에서 널리 사용되고 있는 Tensorflow[14]도 그중 하나로 제공되고 있다. 이러한 플랫폼의 각종 서비스 및 API를 통해 사용자가 원하는 시스템과 그 모델들을 더욱 용이하게 구축할 수 있다. 또한 화상 및 음성, 언어분석 기술 등도 API 형태로 사용자 및 개발자에게 제공하고 있으며[15], 사전 학습된 모델 및 Google의 최신 머신러닝 서비스를 통하여 사용자가 요구하는 각 환경에 적합한 모델을 구현 및 생성할 수 있도록 지원한다.

이 중, Google Cloud Speech API는 신경망 모델 적용을 통하여 사용자가 발화한 오디오를 텍스트로 변환하거나 텍스트를 오디오화 할 수 있는 기능이다[16,17]. 120가지에 가까운 언어와 방언들을 지원하여, 스피치와 텍스트를 서로 변환하여 음성명령관리 등에 활용할 수 있다[16]. 이에 본 시스템에서는 Google에서 제공한 머신러닝의 Speech API를 적용한다.

2.2 Virtual Reality

과거에는 가상환경[18] 즉, VR은 대부분의 일반 소비자의 손이 닿지 않는 전문가 영역이었다. 몰입형 VR 애플리케이션은 비용 및 공간적 요구사항에 대한 기술적 한계와 함께 소비 수준에 널리 보급되지 못하였다. 그러나 가상현실에 대한 관심이 다시 부각되면서 최근 몇 년간 기술 개발로 인해 일반 대중들이 쉽게 접할 수 있는 기술적 성능향상을 가지게 되었으며, 휴대용 또는 내장된 추적 기능들을 통하여 VR이 진정한 일상 상품으로 진보할 수 있는 잠재력을 갖게 되었다[19-21].

Google은 Cardboard[22,23] 라고 불리는 스마트폰의 모션 센서에 의존하여 헤드 트래킹을 수행하는 VR 형태인HMD(Head Mountain Display)를 출시하였다. Cardboard가 다른 HMD와 차별화되는 이유는 저렴한 가격뿐만 아니라 케이블이 불필요한 휴대성을 가지며 개발자가 Unity[24]나 Android로 자체 앱을 만들 수 있는 Android 플랫폼의 SDK에 대한 기술적 지원이 Fig.2의 예시처럼 늘어났기 때문이다[25,26].

따라서 이제는 Cardboard와 같은 기기를 활용한 가상 환경에서의 경험 또는 학습을 통하여 상호작용 및 기술의 효용성을 어떻게 활용할 것인지, 그리고 어떻게 생동감과 몰입도를 극대화 할 수 있는지가 중요한 문제가 되었다.

```
<com.google.vr.sdk.widgets.pano.VrPanoramaView
  android:id="@+id/pano_view"
  android:layout_margin="5dip"
  android:layout_width="match_parent"
  android:scrollbars="@null"
  android:layout_height="250dip" />
```

Fig. 2. VR View sample code Google VR SDK for Android

3. 제안 시스템

이 논문에서는 기존의 단순히 책으로 보고 듣기만 하

는 기존의 영어교육방식에서 좀 더 생동감과 몰입도를 향상시킬 수 있도록 인공지능을 기반으로 한 VR기기를 활용한 영어회화 시스템을 제안한다. 제안하는 시스템의 구현배경 기본 시나리오는 Fig. 3과 같다.

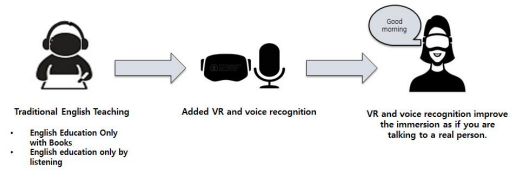


Fig. 3. Implementation background

3.1 제안 플랫폼

이 논문에서 제안하는 음성인식 플랫폼 계층구조는 Fig. 4와 같다. 운영체제를 기반으로 안드로이드 소프트웨어 라이브러리를 사용하기 위해 자바 라이브러리 개발 킷을 설치하였다. 또한, 음성인식 서버 구축을 위해 Google의 스피치 라이브러리와 사용자의 가상현실 경험을 위하여 Google Card Board를 설치하였다. 이들을 바탕으로 스피치 플러그인이 스피치를 텍스트로 변환하는 기능을 제공한다. 플랫폼의 상위계층인 사용자인터페이스가 시스템과 사용자간의 상호작용 및 전체 제어의 역할을 수행한다.

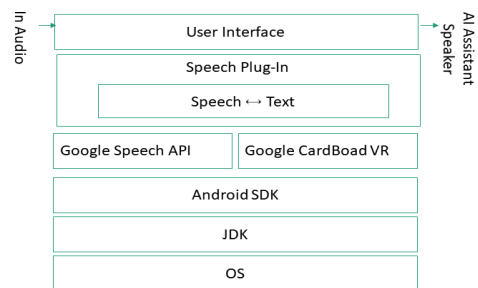


Fig. 4. The proposal platform of speech recognition

3.2 음성인식 서버 시스템

3.2.1 음성인식 기계학습 신경망

음성인식을 위해 기계학습 신경망으로써 Fig. 5의 RNN-T를 적용하였다. 입력의 오디오 샘플을 x , 예측 기호 y 를 포함한 RNN-T로 표현한다. 예측 기호(소프트맥스 레이어 출력)는 예측 네트워크를 통해 y_{t-1} 과 같이 모델에 다시 공급되어 예측이 지금까지 오디오 샘플과 과거 출력 모두에서 조건화되도록 보장한다. 예측 및 인

코더 네트워크는 LSTM RNN이며, 조인트 모델은 포워드 피드 네트워크이다. 예측 네트워크는 2048 유닛의 2개 레이어로 구성되며, 640차원 투영 레이어가 있다. 인코더 네트워크는 8개의 레이어로 구성된다. RNN-T 손실 기능이 대규모로 효율적으로 실행될 수 있도록 병렬 구현을 제공한다.

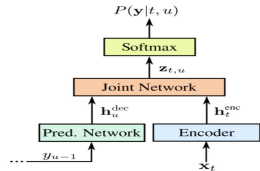


Fig. 5. Function of RNN-T

3.2.2 음성인식 기능

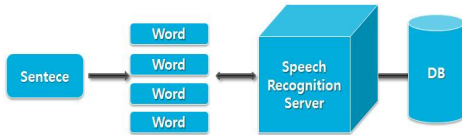


Fig. 6. Voice Recognition Server System

음성인식 서버 시스템은 Fig. 6과 같이 구성하였다. DB에는 대량의 대화 시나리오데이터를 구성하여 사용자가 발화하거나 질문 시, 그에 맞는 응답데이터들을 구성하여 저장하였다. 사용자가 발화한 문장들을 Speech API가 인식하여, 서버에서 해당문장을 단어단위로 분리한다. 분리해 저장된 데이터베이스에 있는 질문데이터의 단어들을 비교하며 확률적으로 가장 높은 응답문장을 선택하여 질문에 대답을 제공한다.

```

public class Speech_Text : MonoBehaviour
{
    private object th_L = new object();
    public async void ButtonClick()
    {
        var out_speech = await recognizer.RecognizeOnceAsync().ConfigureAwait(false);
        string newMessage = string.Empty;
        if (out_speech.Reason == out_speechReason.RecognizedSpeech)
        {
            newMessage = out_speech.Text;
        }
        else if (out_speech.Reason == out_speechReason.NoMatch)
        {
            newMessage = "Voice recognition failed";
        }
    }
}
    
```

Fig. 7. Speech Plug-in for Unity

기존시스템의 Unity VR 환경에서는 음성인식 기능이 지원되지 않고 라이브러리나플러그인이 지원되지 않으므로 Google Speech API를 기반으로 Fig. 7과 같이 스피치 플러그인을 제작하여 Unity VR 환경에서 음성인식

기능을 사용할 수 있도록 설계하였다.

4. 실험 및 결과

4.1. 실험 시스템

이 논문에서 제한한 시스템의 구현화면 및 실행 시나리오는 Fig. 8, Fig. 9와 같으며, 이를 설명하면 다음과 같다.



Fig. 8. Scenario of the system execution

- 초기화면 : 시스템의 초기화면의 경우 안드로이드 폰에서 직접 화면을 터치하거나 cardboard를 착용한 상태에서 다음 차례의 메뉴에 진입이 가능하다.
- 테마 선택 : 구현시스템에 접속한 후, Cardboard를 쓰고 원하는 테마에 2초간 초점을 두고 있으면 사용자가 원하는 테마로 이동이 가능하다.
- 테마1 - 카페 : 카페테마에 접속하여 데스크에 있는 스피커에 초점을 두면 대화시작 알림소리가 발생하며 이 때 사용자는 자신의 수준에 맞는 회화의 단계를 선택 할 수 있다. 시스템과 사용자가 선택한 단계에 해당하는 대화를 시작 할 수 있다.
- 테마2 - 자유대화 : 학습수준이나 상황에 맞는 가상현실을 체험하며 듣고 따라 읽는 것으로 끝이 아닌 가상의 캐릭터와 자유로운 대화를 나눌 수 있는 단계이다.

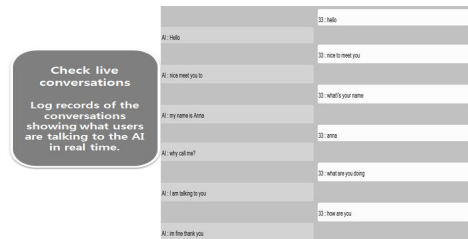


Fig. 9. Live Conversations on the System

4.2 실험 방법 및 결과

이 논문에서 제안하는 시스템의 효용성을 확인하기 위하여, 시스템을 기반으로 현재 다양한 플랫폼에서 활발하게 사용되고 있는 음성인식 오픈 API들을 이용하여 실험하였다. 비교를 위하여 수행한 실험내용은 각 API를 기준으로 한 음성 인식률의 정도와 사용자가 대화한 문장에 대한 적절한 응답률 및 오류율을 확인 하였다. 실험에 활용한 음성인식 타 오픈 API는 B, C로 표기하였으며, B의 경우 데스크톱 환경에서 음성인식시스템을 지원하지 않는 관계로 이 논문에서는 모바일 환경에서의 음성인식 정도만을 비교 기술한다.

제안시스템을 기반으로 테마2 환경에서 영어 문장 10개를 이용하여 음성인식정도 및 이에 대한 응답비율과 적절한 응답여부 등을 확인하였다. 각 영어문장 발화에 대한 음성인식 횟수와 정도는 Table 2와 같다.

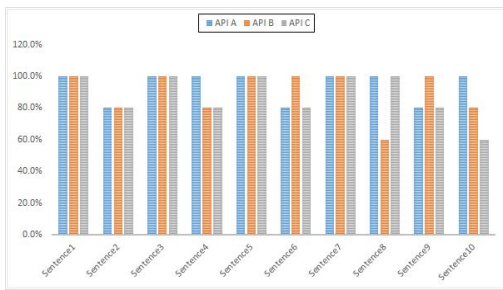


Fig. 10. Voice Recognition Count

Table 2. Result and Score of Response

	Response	Average of response conformance
Sentence1	0	5
Sentence2	0	4.3
Sentence3	0	4.9
Sentence4	0	5
Sentence5	0	4.9
Sentence6	0	4.6
Sentence7	0	5
Sentence8	0	4.8
Sentence9	0	4.5
Sentence10	0	4.9

테마1의 환경에서 실험문장 10개를 차례로 발화하였고, 각 영어문장 발화에 대한 음성인식 횟수와 정도는 Fig. 10와 같으며 이 논문에서 제안한 시스템기반에서 사용한 API A의 음성 인식률이 평균 약 95%로 가장 높았다. 테마2의 환경에서 실험문장 10개의 문장을 발화하고 이에 대한 응답여부 및 응답내용의 적합성에 대하여

실험하였다. 이 때 평가점수는 문법이 완벽하고, 발화문장에 대한 응답이 매우 적절한 경우 5점, 문법이 비교적 정확하고 발화 문장에 대한 응답이 적절한 경우 4점, 발화문장에 대한 응답의 의미가 전달되는 경우 3점, 발화문장에 대한 응답의 의미가 일부만 전달 가능한 경우 2점, 발화문장에 대한 응답의 의미가 전혀 맞지 않거나 틀린 경우 1점으로 평가하였다. 응답여부 및 응답평가점수에 대한 결과는 Table 2와 같다. 총 10개의 실험문장에 각 10번의 대화테스트를 진행하였고 실시간 대화에 대한 응답평가점수와 이때의 오류율은 Fig. 11과 같으며, 응답에 대한 전체 오류율의 평균값은 4.20%로 나타났다.

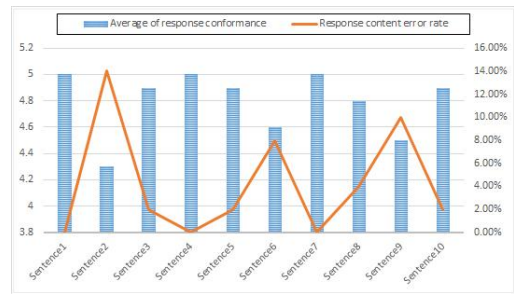


Fig. 11. Response Score and Error Rate

5. 결론

이 논문에서는 VR과 음성인식 기반의 인공지능 유형의 영어회화 시스템을 제안하였다. 제안시스템의 VR 환경은 Google의 Cardboard 및 API를 기반으로 하며, 인공지능 알고리즘을 접목하여 음성처리를 통한 가상현실에서 영어회화 학습 및 체험이 가능하도록 구현하였다. 해당 시스템을 통해 영어회화 학습에 대한 실시간 체험이 가능하며 이를 통한 학습 성취도를 향상할 수 있다. 시스템의 활용을 통해 가상현실과 대화를 통해 자연스럽게 교육과 엔터테인먼트가 가능한 확장성이 함께 제공되며, 아이들이 좋아하는 캐릭터를 모델로 회화나 대화 연습이 가능케 함으로써 교육 효과의 몰입도를 향상시킬 수 있다.

실험을 통하여 이 논문에서 제안하는 시스템의 음성인식의 정확도와 인공지능응답에 대한 적절성을 파악하였으며, 사용자 발화에 대한 음성인식의 정확도는 약 95%이며 인공지능응답에 대한 오류율은 4.20%임을 확인 하였다. 현재 본 시스템을 통하여 세대 및 학습수준에 대한 영어능력의 정도를 구분한 교육용 콘텐츠 서비스를 제공

할 수 있는 시스템 확장이 가능한 연구를 진행 중이다. 뿐만 아니라 뇌파 기계와의 연동을 통하여 본 시스템의 실시간 VR의 학습 성취도에 대해서 향후 분석하고자 한다.

REFERENCES

- [1] J. Peer. (2005). *Web service composition as AI planning: a survey*, Switzerland: University of St. Gallen.
- [2] Z. XIAO et al. (2019). Tell Me About Yourself: Using an AI-Powered Chatbot to Conduct Conversational Surveys. *arXiv preprint*, arXiv:1905.10700.
- [3] M. F. McTear, Z. Callejas & D. Griol. (2016). *The conversational interface*, 6(94), 102. Cham: Springer. DOI : 10.1007/978-3-319-32967-3
- [4] K. H. Kim. (2017). *Interactive AI, the evolution of the chatbot*. [Online] <http://blogview.hyundaicardcapital.com/4010>
- [5] O. Mangkang & J. Y. Yun. (2019). A Comparative Study of Self-Diagnosis User Interfaces for Depression: Focusing on Usability of Paper-Based, Text-Based and Voice-Based Conversational Interface. *Korea HCI Society Conference*, 262-267. DOI: 10.17210/JHKS.2019.08.14.3.5
- [6] G. E. Jo & S. I. Kim. (2018). A study on User Experience of Artificial Intelligence speaker. *Journal of the Korea Convergence Society*, 9(8), 127-133. DOI: 10.15207/JKCS.2018.9.8.127
- [7] S. I. Jung. (2019). *A Study on the Visualization for Information Delivery of Voice User Interface - Centered around the Display Type of AI Speakers*, M. S. thesis, Ewha Womans University, Seoul.
- [8] G. Hinton et al. (2012). Deep Neural Networks for Acoustic Modeling in Speech Recognition, *The IEEE Signal Processing Magazine*, 29(6), 82-97.
- [9] Y. Cho, J. Kim, A. Sun & J. Oh. (2017). Design and implementation of artificial intelligence-based speech recognition for silver generation and single household "Voice" Application, *Proc. of the Korean Society of Computer Information Conference 2017*, 25(2), 142-145.
- [10] KISTI. (2014). *.KISTI MARKET REPORT_IT Convergence System*.
- [11] P. Sinclair. (2007). *Integrating Hypermedia Techniques in Augmented Reality Environments*. Ph.D thesis, University of Southampton.
- [12] L. Freina & M. Ott. (2015). A literature review on immersive virtual reality in education: state of the art and perspectives. *In The International Scientific Conference eLearning and Software for Education*, 133.
- [13] Google. (2019). *Google Cloud Platform*, Google Cloud. [Online]. <https://cloud.google.com/products/?hl=ko>
- [14] M. Abadi et al. (2016). Tensorflow: A system for large-scale machine learning. *In 12th {USENIX } Symposium on Operating Systems Design and Implementation ({OSDI}16)*, 265-283.
- [15] V. Kepuska. (2017). Comparing Speech Recognition Systems (Microsoft API, Google API And CMU Sphinx). *Veton Kėpuska. Int. Journal of Engineering Research and Application*, 7(3), (Part-2), 20-24. DOI: 10.9790/9622-0703022024
- [16] B. Iancu. (2019). Evaluating Google Speech-to-Text API's Performance for Romanian e-Learning Resources. *Informatica Economica*, 23(1), 17-25. DOI: 10.12948/ISSN14531305/23.1.2019.02
- [17] J. Kačur. (2006). *HTK vs. Sphinx for Speech Recognition*. Department of telecommunication FEI STU.
- [18] A. Amer & P. Peralez. (2014, October). Affordable altered perspectives: Making augmented and virtual reality technology accessible. *In IEEE Global Humanitarian Technology Conference (GHTC 2014)*, 603-608. DOI: 10.1109/GHTC.2014.6970345
- [19] W. Powell, V. Powell, P. Brown, M. Cook & J. Uddin. (2016). Getting around in google cardboard - exploring navigation preferences with low-cost mobile VR, *2016 IEEE 2nd Workshop on Everyday Virtual Reality (WEVR)*, Greenville, SC, 5-8. DOI: 10.1109/WEVR.2016.7859536
- [20] S. R. Jeong., & S. J. Chang. (2019). Production of fusion-type realistic contents using 3D motion control technology. *Journal of Convergence for Information Technology*, 9(4), 146-151. DOI: 10.22156/CS4SMB.2019.9.4.146
- [21] S. Kim. (2018). An Exploratory Study of VR Technology using Patents and News Articles. *Journal of Digital Convergence*, 16(11), 185-199. DOI: 10.14400/JDC.2018.16.11.185
- [22] Google VR Team. (2015). *Google Cardboard*. Google [Online]. www.google.com/get/cardboard/
- [23] S. Yoo & C. Parker. (2015, August). Controller-less interaction methods for Google cardboard. *In Proceedings of the 3rd ACM Symposium on Spatial User Interaction*, 127-127. DOI: 10.1145/2788940.2794359
- [24] R. Raguman, M. Santhakumar, X. P. Thomas, & M. Revathi. (2019). 3D Adventure Game Using Unity. *Bonfring International Journal of Software Engineering and Soft Computing*, 9(2), 16-20. DOI:10.9756/BIJSESC.9015
- [25] Unity. (2019). *Unity User Manual*. Unity Technologies[Online]. <https://docs.unity3d.com/Manual/index.html>
- [26] S. Ahola. (2019). *Developing a Virtual Reality Application in Unity*, LAHTI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES Information and Communications Technology Media technology [Online]. <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/17103/5/opinnäytetyö.pdf>

천 은 영(EunYoung Cheon)

[정회원]



- 2002년 2월 : 한남대학교 컴퓨터공학과(공학사)
- 2004년 2월 : 한남대학교 컴퓨터공학과(공학석사)
- 2012년 8월 : 충남대학교 컴퓨터공학과(박사수료)
- 2004년 8월 ~ 현재 : 공주대학교 기계

자동차공학부 강사

- 관심분야 : 소프트웨어공학, SPLE, 소프트웨어테스팅, 소프트웨어교육, 인공지능, 가상현실
- E-Mail : eycheon@cnu.ac.kr