

# 블렌디드 러닝을 위한 자동차 엔진 조립 증강현실 시뮬레이션 개발

강민식

남서울대학교 산업경영공학과 교수

## Development of Automotive Engine Assembly Augmented Reality Simulation for Blended Learning

Min-Sik Kang

Professor, Dept. of Industrial Management Engineering, Namseoul University

**요약** 본 연구는 블렌디드 러닝을 위한 자동차 엔진 부품 조립에 대한 증강현실 콘텐츠 개발을 하고 설문문을 통해 교육 효과의 유용성을 확인하였다. 자동차 엔진 조립에 대한 커리큘럼을 설계하고, 각 커리큘럼에 따라 조립해야 할 부품의 모양, 위치, 조립 순서 등을 증강현실 콘텐츠로 개발하였다. 개발된 증강현실 시뮬레이션 콘텐츠는 학습자 중심의 협력 활동과 결합하여 학생들이 능동적으로 학습할 수 있도록 하였고, 교사는 촉진자 역할을 수행하도록 설계하였다. 본 콘텐츠와 전통적인 학습을 한 학생들과 비교 실험하여 약 2배의 학습 시간이 절감되는 것으로 나타났다. 본 연구를 통해 학생들의 문제해결, 프로세스 기술, 시스템 기술 및 인지 능력 등이 강화되는 것을 확인할 수 있었다.

**키워드** : 블렌디드 러닝, 자동차 엔진 조립, 증강현실, 팀 학습, 실습교육

**Abstract** This study developed augmented reality contents for assembly of automobile engine parts for blended learning and confirmed the usefulness of educational effects through questionnaire. The curriculum for automobile engine assembly was designed and the shape, location, and assembly order of parts to be assembled according to each curriculum were developed as augmented reality contents. The AR simulations are combined with learner-centered collaborative activities so that students are actively involved in knowledge acquisition. The teachers' role, therefore, shifts. Rather than delivering direct instruction, they take on the role of facilitator, allowing them to personalize learning according to student performance, learning preferences and learning goals. As the responsibility of knowledge acquisition shifts to the students, higher level skills such as complex problem solving, social skills, process skills, systems skills and cognitive abilities are deepened and reinforced.

**Key Words** : Blended Learning, Automotive Engine Assembly, Augmented Reality, Team Learning, Practice Education

### 1. 서론

2016년 다보스 포럼에서는 4차 산업혁명 시대에 요구되는 인재는 '복잡한 문제를 푸는 능력', '비판적 사고', '창의력'이 필요하다고 하였다[1]. 또한 프로젝트 베이스 러닝(Project Based Learning, 이하 PBL)을 통해 교수 중심이 아닌 학생 중심의 자기주도적 문제

해결을 위한 그룹 활동으로 교수학습방식을 변경해야 한다고 이야기하고 있다.

자기주도적 문제해결 능력은 학습능력과 습관의 중간 형태로 지속해서 행동하여 습관화해야 향상되는 능력이라 할 수 있다[2]. 그러나 많은 대학의 수업들은 교수들의 일방적 전달식 강의로 이루어져 있어 자기주도적 문제해결 능력을 향상하기 어렵다.

\*Corresponding Author : Min-Sik Kang(mskang@nsu.ac.kr)

Received February 7, 2020

Accepted February 20, 2020

Revised February 17, 2020

Published February 29, 2020

Braun(2000)는 자기 스스로 학습할 때 학습한 효과의 80%가 현장에 적용 가능한 지식으로 나타난다고 하였다[3].

학생 스스로의 자기주도적 문제해결 능력을 키우기 위해서는 학생 스스로 자료를 조사, 정리 적용하여 이론 및 실습까지 경험해야 한다. 이러한 역량을 키우기 위해서는 PBL 형태의 교육이 필요하고, 교수자-학습자-학습 매체 간의 상호작용이 극대화되는 블렌디드 러닝(Blended Learning)이 유용하다[2,4].

블렌디드 러닝은 수업방식의 통합[5], 전달 매체의 혼합[6], 온오프라인 수업의 통합[7,8] 등을 의미한다. 이러한 블렌디드 러닝에는 가상증강현실 기술이 주목받고 있다. 가상증강현실(VR/AR) 기술은 실제감과 몰입감의 특성을 통하여 학습자들이 시뮬레이션을 통해 현실과 유사한 상황을 미리 실행해봄으로써 교육적 효과를 높이고 있다. 특히 가상증강현실 기술은 최근에 제조산업 분야의 교육에도 높은 교육 효과가 보고되고 있다. 제조산업의 특성상 비싼 제조 장비를 구입하기 어렵거나, 위험한 산업군의 교육들을 가상증강현실 기술을 활용해 높은 효과를 보이고 있다. 메릴랜드 대학의 연구진은 가상증강현실 기기를 사용할 때가 2D 기반의 데스크톱을 사용할 때 보다 8.8%의 기억정확도가 더 높은 것으로 발표하였고[9], 3D 학습을 통한 교육이 집중력이 2배 이상 향상되었다는 연구들이 보고되고 있다[10]. 특히 가상증강현실을 이용하여 선행학습을 한 후 실제 교육을 받았을 때 암반 드릴링 부품 교환은 12배 빠른 교육 효과와 92%의 훈련비용을 절감할 수 있었고, 굴착기 중장비 교육은 2.7 배 빠른 교육 효과와 63%의 훈련비용을 절감한 실험들이 보고되었다[11].

이에 본 연구는 증강현실 기술을 이용하여 학습자 스스로 문제해결을 수행할 수 있는 자동차 엔진 조립에 관한 콘텐츠를 개발하고자 한다. 자동차 부품은 매우 복잡하고 정밀하여 초기 학습에 어려움이 있으며, 학생들은 실제로 자동차 부품들을 쉽게 구하기 어렵다. 따라서 본 연구에서는 실제 장비 실습과 AR 콘텐츠의 혼합 교육을 통해 자동차 정비에 대한 교육 효과를 높이는 것을 목표로 하며, 이를 위해 팀학습이 가능한 증강현실 콘텐츠를 개발하고, 콘텐츠를 사용한 학생과 사용하지 않은 학생의 학습 성취도를 실험을 통해 비교하고자 한다.

## 2. 관련연구

### 2.1 블렌디드 러닝

기존의 e-Learning은 실제 운영상에 한계를 드러내면서 온오프라인의 학습 장점을 결합한 블렌디드 러닝(Blended Learning)이 주목받고 있다. 블렌디드 러닝은 두 가지 이상의 방법이 혼합된 학습방법으로 최적화된 전략적 학습과정을 의미한다[12]. 블렌디드 러닝은 수업방법의 혼합[5], 수업 전달매체의 혼합[6], 온오프라인 수업의 혼합[7,8] 등을 의미한다. 이러한 선행연구들을 종합해 보면 블렌디드 러닝은 e-Learning의 장점과 학생과 학생, 교수자와 학생의 상호작용을 극대화할 수 있는 오프라인 학습을 혼합한 수업으로 정의할 수 있다[12,13].

블렌디드 러닝의 영역으로는 학습 환경, 학습 목표, 상호작용 유형, 학습 형태, 학습 매체, 학습 장소, 학습 시간, 학습 내용으로 구성할 수 있으며 이 주요 영역들은 순환하여 학습형태에 영향을 미치는 것으로 연구되고 있다[14]. 블렌디드의 교육 효과는 상반된 연구결과들이 존재하지만 대부분 블렌디드 러닝을 활용하지 않은 집단보다 교육 효과가 유의미한 것으로 나타났다[12].

### 2.2 블렌디드 러닝과 AR

증강현실(AR) 시뮬레이션은 학습자가 2D 이미지나 텍스트 자료로 설명하기 어려운 내용이나, 직접 관찰이나 실습이 어려운 내용, 비용이 많이 드는 실험이나, 위험한 학습 등과 같은 분야에 적합하다. 실제로, 의료 해부학, 보잉사의 항공기 정비, 자동차 부품 조립, 건축 시공 등에서 많이 활용되고 있다[15].

증강현실 시뮬레이션은 실제감과 몰입감을 통하여 학습 성과와 높은 학습 만족도를 보여주고 있다[16]. 이러한 증강현실 시뮬레이션은 블렌디드 러닝의 기술로 적합하다 할 수 있다[17,18]. 증강현실을 이용하면 기존의 e-Learning의 단점인 강의실습을 해결할 수 있다. 그리고 증강현실의 실제감과 몰입감은 학생과 학생, 학생과 교수자의 상호작용을 극대화할 수 있으며, 학습자가 능동적으로 학습할 수 있는 동기부여를 제공한다.

### 3. 연구 설계 및 커리큘럼 개발

#### 3.1 연구설계 및 연구 방법

본 연구는 자동차 엔진 정비에 대한 증강현실 콘텐츠를 개발하고 이를 블렌디드 러닝으로 활용하여 콘텐츠의 효과를 검증하고자 한다.

자동차 엔진 정비에 대한 콘텐츠는 커리큘럼 개발한 후, 자동차 부품에 대한 3D 모델링과 zSpace 콘텐츠 모바일 AR, 터치패드 콘텐츠를 나누어 개발한다(Fig 1). 개발된 콘텐츠의 교육 효과를 검증하기 위하여 에콰도르 Instituto Superior Tecnológico Cotopaxi(이하 ISTC) 대학의 학생들에게 콘텐츠를 학습한 후 실제 정비를 학습한 집단과, 콘텐츠를 학습하지 않고 실제 정비를 바로 학습한 집단으로 평가하고자 한다.

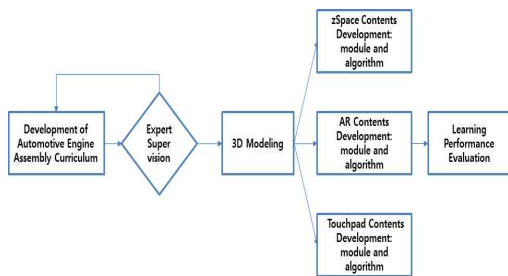


Fig. 1. Flowchart

#### 3.2 자동차 엔진 조립 커리큘럼 개발

자동차 엔진 조립 시뮬레이션 커리큘럼은 앞서 언급한대로 교수법 개발이 아닌 학생이 능동적으로 학습할 수 있고, 학생과 교수가 상호작용할 수 있는 블렌디드 러닝에 초점을 두어 개발하였다. 본 커리큘럼은 자동차 엔진 중 일반적인 V6 가솔린 엔진에 한정하여 모델링 하였으며, 내연기관의 기초를 학습할 수 있도록 설계하였다. Table 1.은 가솔린 엔진에서 주요하게 다루어야 할 8개 학습 모듈을 선정한 결과와 각 모듈에서 다루어야 할 핵심역량 즉 구성요소 식별, 엔진의 부품기능 설명, 작동 원리, 조립 및 분해에 대한 학습결과, 교육 시나리오를 나타낸다.

개발된 커리큘럼을 기초로 자동차 엔진 조립 및 분해에 대하여 팀 학습을 수행할 수 있도록 3가지 콘텐츠로 구성하였다. 자동차 엔진을 조립하고 분해하는 실

습을 수행하는 zSpace AR 콘텐츠, 자동차의 엔진 고장 사례에 대하여 원인을 추적하는 모바일 디바이스를 이용한 AR 콘텐츠, 자동차 엔진의 부품명 및 구성도를 학습할 수 있는 터치패드 콘텐츠로 구성하였다.

Table 1. Curriculum & Educational Scenario

CURRICULUM	<ul style="list-style-type: none"> <li>i. Basic component parts of internal combustion engines</li> <li>ii. Combustion chambers and the combustion process</li> <li>iii. Valve-trains</li> <li>iv. Pistons</li> <li>v. Crankshaft &amp; Pulleys</li> <li>vi. Ignition and Fuel Systems</li> <li>vii. Intake and Exhaust Systems</li> <li>viii. Engine Assembly/Disassembly</li> </ul>
EDUCATIONAL SCENARIO	<ul style="list-style-type: none"> <li>o The engine system and element discrimination are made</li> <li>o The function description of the engine component</li> <li>o Understanding the Operation Principle of the Internal Combustion Engine</li> <li>o the understanding about the assembly of the engine and decomposition method</li> <li>o The concrete learning result presentation about 8 modules                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Detailed education contents</li> <li>- Development of educational scenario</li> <li>- Creating a curriculum manual</li> </ul> </li> </ul>

교수자는 각 콘텐츠에 대하여 직접적인 지시를 내리기보단 학생의 수행, 학습 선호도 및 학습 목표에 따라 개인 학습을 진행을 조언해주는 역할을 수행하도록 하였다.



Fig. 2. Blended / Collaborative Learning

## 4. 콘텐츠 개발 및 교육효과 검증

### 4.1 zSpace AR 콘텐츠 개발

zSpace는 3D 교육 하드웨어로 3D 안경을 착용 후 전용 스타일러스펜을 이용한 증강현실 장비이다. 의료 해부학, 건축, 기계공학, 항공 정비 등에서 활용하고 있으며, 기존의 VR/AR 교육 한계를 보완하고 있다.

zSpace를 활용하여 8개 분야의 모델링을 구성한다. 각 분야의 모델링은 CAD 데이터를 받아 3ds Max로 변환한 후 최적화를 통해 unity로 가져온다.

자동차 엔진 부품을 조립하기 위해서는 각 부품의 조립 위치를 알고 있어야 한다. 조립된 각 부품의 좌표값을 첫 위치에 고정하고 분해 후 조립 시 저장된 좌표값을 불러와 사용한다. 이 때 zSpace 내의 카메라 좌표계를 기준으로 모델 뷰 행렬 값을 구한 후 원근 투사 행렬과 함께 저장한다[12, 13].

Fig 3. 는 자동차 엔진 조립을 zSpace에서 수행한 결과이며, 학습에 대한 피드백 정보를 표현하여 학습자 스스로 목표를 설정할 수 있도록 하였다.



Fig. 3. Blended / Collaborative Learning

자동차 엔진의 부품들을 조립하거나 분해될 때 애니메이션이 사용된다. 일반적으로 애니메이션은 3ds Max에서 표현할 수 있지만, 자동차 엔진의 부품들은 각 부품들의 간극을 정확하게 측정해야 할 필요가 있다. 따라서 unity C#을 활용하여 Fig 4. 처럼 자동차 분해/조립 알고리즘을 개발하였다.

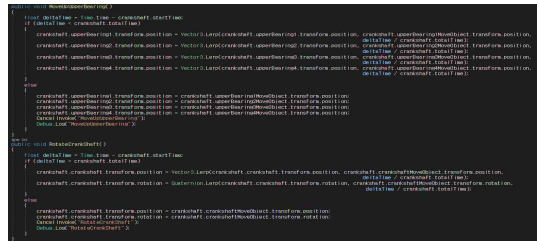
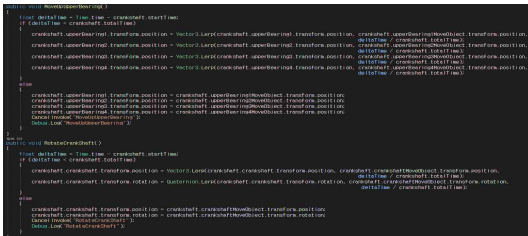


Fig. 4. Engine Parts Decomposition Algorithm

### 4.2 모바일 AR 콘텐츠 개발

AR 콘텐츠는 이미지 기반 모델링(IBMR: Image Based Modeling and Rendering)을 통한 마커를 활용하였다. 일반적으로 3D 스캐닝을 통해 모델링 과정을 만들어내는 이미지 기반 모델링(Image Based Modeling)은 카메라 센서를 통해 스캔된 물체 표면의 정보 중 형점(Feature Point)들을 토대로 표면의 구조를 형성하고 폴리곤 데이터로 환산된다.

그러나 2D 이미지상에 기록된 픽셀을 통해 3차원 공간, 즉 x,y,z 축을 입체감 있게 분류해내기 위한 프로세스는 결국 포토의 색상 깊이(Color Depth)에 결정된다. 이 과정에서 배경이 특정한 패턴의 반복이나 단색으로 이루어져 있거나, 피사체가 유리과 같이 굴절(Refraction), 반사(Reflection)를 통해 본질의 속성을 왜곡할 가능성이 있거나, 배경이 유사한 컬러를 가지면 형점을 적절히 추출하기 어렵다. 따라서 여기에 이미지 기반 모델링을 적용함으로써 이러한 문제점을 해결할 수 있다. 또한 카메라에 포착된 표면의 텍스처를 조합함으로써 모델링 메쉬데이터 뿐만 아니라 머티리얼(Material)을 위한 이미지 생성을 통해 렌더링(Rendering)까지 처리할 수 있으므로 많은 장점을 가진다.

Fig 5. 은 경우 각기 다른 패턴의 마커를 활용하여 삼각형의 세 변을 각각 a,b,c로 정의하였으며 각각의 정점은 A,B,C로 정의하였다. A는 원점이기 때문에 좌표값(0, 0, 0)을 갖게되며 B점은 x축 방향으로서 좌표는 (c, 0, 0)을 갖게 될 것이고 이 경우에는 (0.5402, 0, 0)의 수치를 갖는다. 여기서 C점의 좌표를 계산하기 위해서는 A점에서의 각도를 찾아야 하는데 코사인(Cosine)의 규칙은 수식 (1)과 같다.

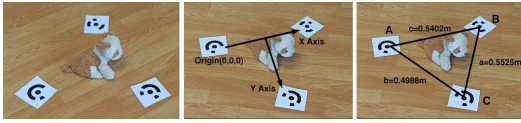


Fig. 5. Coordinate Calculation of Marker

$$\cos A = \frac{b^2 + c^2 - a^2}{2bc} \quad (1)$$

Fig 6. 는 모바일 디바이스를 이용한 AR콘텐츠 결과이다. AR 콘텐츠에는 자동차 고장 사례에 대한 퀴즈를 수행하도록 구성하였으며, 각 고장의 원인과 부품 교환에 대한 시뮬레이션을 수행하도록 구성하였다.

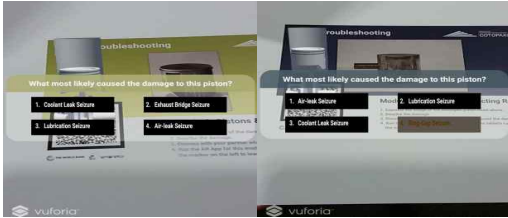


Fig. 6. AR Contents

### 4.3. 터치패드 콘텐츠 개발

터치패드 콘텐츠는 각 부품에 대한 명칭과 설명을 학습하도록 구성하였다. 또한 자동차 엔진의 부품들을 터치 액션을 통하여 부품이 펼쳐지도록 구성하였다.

이 때 사용한 알고리즘은 Fig 4.과 동일하다. Fig 7.는 자동차 엔진 부품 중 피스톤에 대한 모델링 결과이다.

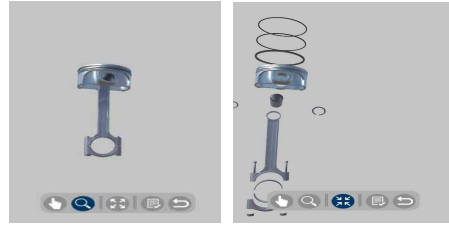


Fig. 7. Touchpad Contents

### 4.4. 교육 성과 검증

본 연구에서 개발된 콘텐츠를 에콰도르 Instituto Superior Tecnológico Cotopaxi(이하 ISTC) 대학의 학생들에게 콘텐츠를 학습한 후 실제 정비를 학습한 집단과, 콘텐츠를 학습하지 않고 실제 정비를 바로 학습한 집단으로 나누어 실험하였다.

각 집단은 20명씩 구성하였으며, 피스톤 모듈의 학습 완료시간을 기준으로 조사하였다.

Table 2. Group Statistics

user	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
1	20	4.75	1.333	.298
2	20	8.95	2.114	.473

두 집단의 학습성과의 차이를 구하기 위하여 독립 표본 T검정을 수행하였다. 본 콘텐츠를 사용한 그룹의(Table 2. user 1) 학습시간 평균은 4.75 시간이며, 표준편차는 1.333, 표준오차는 .298이다. 독립표본 T검정을 수행하기 위해서는 먼저 두 집단에 대한 분산의

Table 3. Independent t-Test

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means		t-test for Equality of Means			t-test for Equality of Means	
	F	Sig.	t	d	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
Equal variances assumed	3.133	.085	-7.515	38	.000	-4.200	-7.515	Lower	Upper
Equal variances not assumed			-7.515	32.039	.000	-4.200	-7.515	-5.331	-3.069
								-5.338	-3.062

동질성 가정을 검정해야 한다. 이러한 분산의 동질성 여부를 Levene의 검정 즉 F값을 이용한다(Table 3). F값이 3.133이며, 유의확률  $.085 > 0.05$  이므로 두 모집단의 분산이 동일하다는 귀무가설이 채택되어 등분산이 가정되는 하에서 T검정을 실시한다. Table 4.에서 제시된 통계량에서 AR 콘텐츠를 사용한 그룹(1)과 전통적인 실습을 한 그룹(2)의 평균 차이는  $-4.2(4.75-8.95)$ 이며, 유의확률  $0.000 < 0.05$  이므로 두 학습성도가 같다는 귀무가설은 기각되었다. 즉  $-4.2$ 는 통계적으로 유의하며 평균차이 95% 신뢰구간에서  $[-5.331 - -3.069]$  0을 포함하고 있지 않으므로 귀무가설은 기각되었다. 즉 AR 콘텐츠를 사용한 학생들과 전통적인 학습을 한 학생들과 차이가 있으며, AR 콘텐츠를 사용한 학생들의 학습성도가 더 높다 할 수 있다.

## 5. 결론

본 논문은 자동차 조립 엔진 학습 성과를 높이고자 블렌디드 러닝을 위한 AR 시뮬레이션 콘텐츠를 개발하였다. zSpace, Mobile AR, 터치패드 용으로 구성하여 팀 학습이 가능하도록 하였으며, 증강현실의 실제감과 몰입감을 통하여 학습 성과를 높이고자 하였다.

zSpace를 활용하여 자동차 엔진 부품 조립 실습을 실제 엔진이 없더라도 학습자 주도의 조립실습을 가능하도록 하였으며, 개발된 콘텐츠의 자유도를 높여 학습자 스스로 공부할 수 있도록 설계하였다. 또한 모바일 AR 콘텐츠와 터치패드 콘텐츠의 애니메이션을 추가하여 학습자가 자동차 부품에 대하여 흥미를 가질 수 있도록 구성하였다.

그리고 개발된 콘텐츠를 전통적 학습자들과 비교 실험하였을 때 약 2배의 학습시간 절감효과를 실증하였다.

본 연구의 한계점으로는 자동차 부품의 복잡성으로 인하여 짧은 시간 내에 자동차 엔진의 많은 부분을 담아 낼 수 없었다. 또한 자동차 고장 원인과 이를 해소할 수 있는 시나리오는 제한적으로 담아낼 수 밖에 없었다. 그러나 이러한 점은 추후 고도화를 통해 해결될 수 있을 것으로 사료된다.

## ACKNOWLEDGMENTS

본 논문은 2018년도 남서울대학교 학술연구비 지원을 받아 수행된 것임

## REFERENCES

- [1] World Economic Forum. (2016, January). The future of jobs: Employment, skills and workforce strategy for the fourth industrial revolution. In Global Challenge Insight Report, World Economic Forum, Geneva.
- [2] Y. C. Kim, E. C. Lee. (2015). An effect of Blended Action Learning Program on the Self Directed Learning Skills. JOURNAL OF THE KOREA CONTENTS ASSOCIATION, 15(11), 658-671.
- [3] W. Braun. (2000). DaimlerChrysler: Global leadership development using action-oriented and distance learning approaches. In Business Driven Action Learning (pp. 3-13). Palgrave Macmillan, London.
- [4] K. P. Hong., J. A. Lee., S. H. Park. (2008). Development of Blended Action Learning Program to Improve the Team Competence in an Art Instruction at U College. Journal of Educational Technology, 24(2), 71-105.
- [5] M. Drisocoll, (2002). Blended Learning, e-learning, 3(3), 54-56.
- [6] J. Bersin. (2004). The blended learning book: Best practices, proven methodologies, and lesson learned. San Francisco: Pfeiffer
- [7] C. J. Bonk, & C. R. Graham. (2006). The handbook of blended learning. San Francisco: Pfeiffer.
- [8] K, M., & D. Witt, C. (2003). A didactical framework for the design of blended learning arrangement. Journal of Educational Media, 28(2/3), 101-113.
- [9] <http://www.bbc.co.uk/news/technology-15115059>
- [10] <http://www.dlp.com/downloads/DLP-CaseStu>

dy-Classroom3.pdf

- [11] <http://www.digitaltoday.co.kr/news/articleView.html?idxno=200567>
- [12] H. L. Kwon, Eunkyung Moon, Innwoo Park. (2015). A meta-analysis on effects of blended learning in Korea. Journal of Korean Association for Educational Information and Media, 21(3), 333-359.
- [13] K. Thorne (2003). Blended Learning: How to integrate online & traditional learning. London: Kogan Page.
- [14] J. Lim, B. Lim., S. Choi., (2003). Community based instructional model developed for the classroom and the cyber-learning linked. KERIS report
- [15] D. H. Suh. (2019). A Study of Design and Implementation of Cultural Property Contents Using Augmented Reality . Journal of Industrial Convergence, 17(4), 15-20
- [16] K. H. Lee (2015). The E-Learning for Practice Training Using Augmented Reality in the College Education. Cartoon and Animation Studies, (40), 443-476.
- [17] M. H. Kang. (2019). Development of an Augmented Reality App to Prevent Mistakes During Assembly Work. Journal of the Institute of Electronics and Information Engineers, 56(7), 17-23.
- [18] A. Lee., J. Y. Lee., S. H. Lee, & J. S. Choi. (2011). Augmented Reality System using Planar Natural Feature Detection and Its Tracking. Journal of the Institute of Electronics Engineers of Korea SP, 48(4), 49-58.

강민식(Min-Sik Kang)

[정회원]



- 1986년 한양대학교 대학원 산업공학과 졸업(공학석사)
- 2002년 한양대학교 대학원 산업학과 졸업(공학박사)
- 1990년 신도리코 개발팀장
- 2000년 KCC정보통신 기업솔루션(ES) 사업부장

- 2003년 ~현재 남서울대학교 산업경영공학과 교수 (가상증강현실센터 소장, 4차산업혁신추진단 단장)
- 관심분야 : 정보기술(PI,ERP,SCM,BI,SI) / 가상현실(VR,AR,MR)
- E-Mail : mskang@nsu.ac.kr