

<http://dx.doi.org/10.17703/JCCT.2023.9.1.191>

JCCT 2023-1-25

직업교육을 위한 가상현실 콘텐츠 구현 반도체 생산라인 클린룸 투어 VR 중심으로

Development of virtual reality contents for vocational education Research on Semiconductor production line Clean Room Tour

이선민*

Lee Sun-Min*

요약 본 연구의 목적은 반도체 생산라인-클린룸에 활용할 수 있는 가상현실 실습 콘텐츠 제작 설계, 제작과정에 관한 교육환경을 제공을 목표로 진행하였다. 사용자는 본 과정을 통하여 클린룸 입장 전후의 절차적 지식과 함께, 반도체 솔라셀 주요 제조설비를 직접 체험하는 등 실제에 가까운 체험을 통한 실제적 지식을 습득할 수 있다. 특히 반도체 및 솔라셀 제조공정에 필요한 체험 콘텐츠와 클린룸 입실 절차 체험 콘텐츠 환경 조성하여 사용자에게 실제에 가까운 몰입 경험을 제공하며, 이는 교육의 몰입감, 실재감, 교육의 비용, 효율성 및 교육 만족도 향상을 기대 하였다. 이러한 실감 콘텐츠의 몰입감, 상호작용, 지능화 등 그 특징에 따라 고위험(Dangerous), 체험불가(Impossible), 고대가성(Counter-productive), 고비용(Expensive) 분야에 활발히 적용될 것으로 예상되며, 실감 콘텐츠 학습자가 학습내용에 몰입하게 하고, 주도적/능동적 학습을 유도함은 물론 학습내용을 체화시켜 교육효과 증진 부문에 긍정적인 성과를 기대 하게되었다.

주요어 : 가상현실, 기능성 게임, 직업 교육

Abstract The purpose of the study was to provide an educational environment for designing and producing virtual reality practice contents that can be used in semiconductor production lines and clean rooms. Through this process, the user can acquire practical knowledge through experiences close to reality, such as experiencing the main semiconductor solar cell manufacturing facilities as well as procedural knowledge before and after entering the clean room. In particular, it provides users with an immersion experience close to reality by creating an environment for experiential content necessary for semiconductor and solar cell manufacturing processes and clean room entrance procedure experiential content, which is expected to improve education immersion, realism, cost, efficiency, and education satisfaction. Depending on the characteristics of Dangerous, Impossible, Counter-productive etc, immersive content makes learners immersed in the learning content, induces proactive/active learning, and embodies the learning content, resulting in positive results in the field of improving educational effectiveness.

Key words : VR, Functional Game, Vocational Educatio

*정희원, 명지 전문대학교 소프트웨어 콘텐츠학과교수
(단독저자)

경희대학교 산업디자인 학과, 홍익대학교 영상대학원 게임콘텐츠
석사, 前 주)CCR 주)위메이드, 주)엑토즈 소프트 개발팀, 前 주) MWN Tech 개발팀장, 現 명지전문대학교 소프트웨어콘텐츠
학과 조교수

접수일: 2022년 11월 30일, 수정완료일: 2023년 1월 4일
게재확정일: 2023년 1월 9일

Received: November 30, 2022 / Revised: January 4, 2023

Accepted: January 9, 2023

*Corresponding Author: smlee@mjc.ac.kr

Dept. of Software contents, MYONGJI COLLEGE, Korea

필요한 체험콘텐츠와 클린룸 입실 절차 체험콘텐츠를 제공, 사용자에게 실제에 가까운 몰입경험을 제공하는 한편 교육의 몰입감, 실재감, 교육의 비용, 효율성 및 교육 만족도 향상을 목표로 하였다. 제작 범위는 VR 트레드밀(Virtuix Omni)와 VR 헤드셋(HTC Vive Pro)를 활용한 클린룸 입실 및 반도체, 솔라셀 제조 장비에 대한 가상 훈련 체험 데모 제작이며 자세한 [그림. 2]사항은 아래와 같다.



그림 2. 한국기술교육대학교 능력개발교육원 클린룸 내·외부
 Figure 2. Korea University of Technology and Education Center for Competency Development and Education Inside and outside the clean room

클린룸 출입 준비 실습 수행을 위해 클린룸 입장 전 준비 절차에 대한 학습과 필수 사항을 누락시 제재 효과 및 사용자가 직접 의무 준수사항 여부를 확인 할 수 있는 UI 제안 및 개발하였고 개별 설비 라벨 선택에 따른 설비의 역할 및 원리 학습을 위한 UI 개발 (텍스트, 나레이션 등) 장비 및 도구의 일부(캡, 웨이퍼 등)들과 사용자간의 상호작용 UI를 개발하였다.

2.2 시스템 구성

1) 시스템 장비 구성

OS는 Window 10 (64bit) 기반으로 CPU는: i5-7500, VGA는 GTX1060 RAM : 8GB 이상 사양에 구동 할수 있도록 설정 HMD는 HTC VIVE(HMD, Base Station, Controller)에 해상도는 2880 x 1600 복합 해상도 (각는 1080 x 1200)와 주파수 : 90Hz 시야각 : 110도를 유지할수 있도록 설정하였다.

2.3 콘텐츠-장치 인터페이스

1) 콘텐츠-장치 인터페이스

VR 트레드밀(Virtuix Omni)와 VR 헤드셋(HTC Vive Pro)를 활용한 콘텐츠를 활용한 시스템의 인터페이스 연결 및 통신을 [그림 3]그림으로 요약하여 정리하였다.



그림 3. 콘텐츠와 시스템의 인터페이스 연결 및 통신
 Figure 3. Content and system interface connection

콘텐츠는 Vive 튜토리얼의 VR컨트롤러 조작방법을 활용한 방향으로 지원하였다. 입력 인터페이스는 트레드밀, Vive 컨트롤러 (트리거, 그림, 터치패드, 메뉴)을 활용하였다. 평소에는 핀 상태, 트리거 누를시 포인팅, 잠기 버튼을 누를 시 쥘 동작 지원을 하였다. [그림. 3] 출력 인터페이스는 경고음, 배경음, 효과음 및 나레이션 재생, 3D 모델링 객체 렌더링, 3D 모델 이동, 3D 모델 회전등을 구현하는데 목표를 두었다.

2.4 주요 구현 대상 기자재

구현을 위한 대상 장비로써는 포토트랙 장비 (MSX 1000-SVS),노광장비(QuintelMask Aligner), PVD (Endura HP PVD) 기타 주변 장비 (3D 광학 현미경 외 10종)이다.

표 2. 개발대상 장비 공통 개발기능
 Table 2. Development function of target equipment

구현 대상	구현 모델
개발 장비	모델명 : MSX-1000 SVS, Quintel Q-4000, HP Endura PVD 모델 선정 : 한국교육기술대학교 지정 장비
주변 환경	주변 장비 목록 [11종] - 3D Microscope/ 4-Point Probe/ Diffusion/ Ellipsometer/ Furnace/ HW-CVD/ PE-CVD/ RTP/ Thermal Evaporator/ Thickness Measurement/ Wet Station 현장 환경-한국기술교육대 평생교육원 클린룸
재료 및 도구	각 부의 설명이 제공된다. 참기 및 용접봉 연결이 가능하다.



그림 4. 포토트랙 장비 (MSX1000-SVS) 노광 장비 (Quintel Mask Aligner) PVD (Endura HP PVD) 기타 주변 장비 (3D 광학 현미경 외 10종)

Figure 4. Phototrack equipment Exposure equipment PVD (Endura HP PVD) Other peripheral equipment (3D optical microscope and other 10 types)

본 연구는 NCS 분류 체계를 기반으로 대분류>전기전자, 중분류>전자기기개발, 소분류>반도체개발, 세분류>반도체장비를 기반으로 교육 설계를 진행하였다.

훈련 대상은 반도체 솔라셀 제조 관련 구직자 대상 그리고 기업 및 교육기관 내근직원 대상 교육자료 활용에 중점을 두었으며 훈련 목표는 클린룸 입장에 필요한 방진장비 필요성 및 기능 이해와 반도체 솔라셀 제조 설비의 원리 및 역할을 애니메이션, 내레이션, 텍스트 및 물체 상호작용으로 학습성취에 목표를 두었다. 훈련 내용은 클린룸 입장 전 주의사항을 숙지할 수 있도록 하였고, 클린룸 입장 전 방진의복 착용 및 에어샤워 절차를 이해하며 반도체 주요 장비의 목적과 기능을 이해, 를 통해 주요 반도체 공정에 대한 지식을 습득하는 시나리오로 구성하였다.[표 3]

표 3. 훈련개요
 Table 3. Simulation Parameters

과정명	한국기술교육대학교 클린룸 투어 VR (KOREATECH Cleanroom Tour VR)			
클린룸 자문 검토회	NCS 분류 체계	대분류	중분류	소분류
	19. 전기전자	03. 전자기기 개발	06. 반도체개발	03. 반도체장비
훈련대상	반도체 솔라셀 제조 관련 취업희망자 및 신입 대상 기업 및 교육기관 내근직원 대상 교육자료 활용			
훈련목표	클린룸 입장에 필요한 방진장비 필요성 및 기능 이해 반도체 솔라셀 제조 설비의 원리 및 역할을 애니메이션, 내레이션, 텍스트 및 물체 상호작용으로 학습			
훈련내용	클린룸 입장 전 주의사항을 숙지할 수 있다. 클린룸 입장 전 방진의복 착용 및 에어샤워 절차를 이해할 수 있다. 반도체 주요 장비의 목적과 기능을 이해하며, 이를 통해 주요 반도체 공정에 대한 지식을 습득한다.			

2.5 모델링 렌더링

Autodesk 3Ds Max 2019를 이용하여 모델링하였다. 최대한 실제 스케일을 반영하였으나 일부 과거 리소스들 재사용에 인해 부득이 하게 스케일을 사용할 경우 가능한 임포트 스케일에서 스케일을 적용하였다. VR 특성상 좁은 공간에서의 어지러움증을 줄이기 위해 공간을

약 1.2배로 확대하였다. 섭스틴스 페인터를 활용하여 에서 HDRP 용 Mask 맵 패킹을 적용였고 Linear Color 사용하였다 Normal 맵은 Normal 임포트 적용후 수차례 다시 조정하는 과정을 거쳤다.

렌더링시에는 웨이퍼 표면의 얇은 막에 의한 시야각에 따른 무지개색을 표현하기 위하여 Iridescence 셰이더 적용하였다. 또 사전 현장 환경조사를 통한 한국기술교육대 평생교육원 클린룸을 구현하는데 중점을 두었다.

2.6 사용자 인터페이스와 환경구현

근거리 기반 선택적 UI 출력을 목표로 상호작용 가능 대상에 접근해야만 상호작용 인터페이스 출력으로 구현하였다. 이를 위해 상호작용 불가 위치에서는 인터페이스 최소화 - 몰입감 향상현실 제작 환경 구축을 진행하였다.

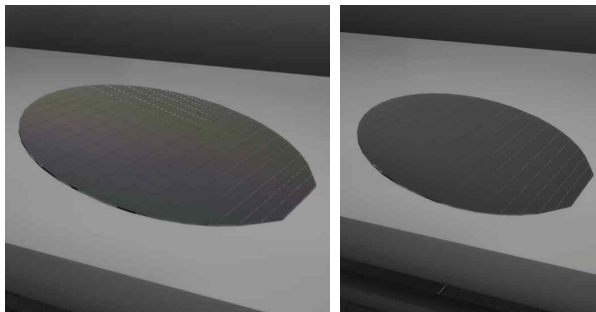


그림 5. DRP Mask 맵 적용(Metallic, AO, Detail, Smoothness) <Iridescence 셰이더 적용 전/후>
 Figure 5. Apply DRP Mask map (Metallic, AO, Detail, Smoothness) <Before/After applying Iridescence shader>

트레드밀에서는 걷기/뛰기 이벤트 발생시 Omn iMovementController를 통해 처리하였다. 데이터 분석을 통해 사용자 이동을 트레드밀 디바이스가 수치적으로 확인할 수 있으며 사용자 허리 위치를 앞으로 인식하며, 이벤트 처리는 사용자의 허리 방향으로 가상 공간에서 아바타가 전진하도록 구현하였다

2.7 환경 구현

모델링의 특이사항은 현장실사 (한국기술교육대 평생교육원 클린룸)을 방문하여 촬영한 이미지를 바탕으로 실습실을 구현 제작하였다.

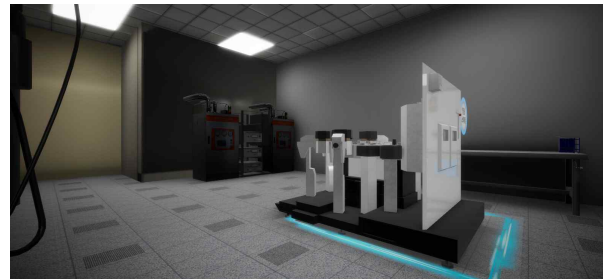
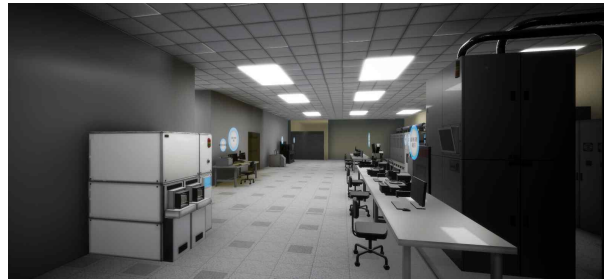


그림 6. 실습장 렌더링 이미지
 Figure 6. Making scene of lab

III. 주요 기능 구현

본 연구는 NCS 분류 체계를 기반으로 <대분류>전자 전자, <중분류>전자기기개발, <소분류> 반도체개발, <세분류>반도체장비를 기반으로 교육 설계를 진행하였다. 훈련 대상은 반도체 솔라셀 제조 관련 구직자 대상 그리고 기업 및 교육기관 내근직원 대상 교육자료 활용에 중점을 두었으며 훈련 목표는 클린룸 입장에 필요한 방진장비 필요성 및 기능 이해와 반도체 솔라셀 제조 설비의 원리 및 역할을 애니메이션, 내레이션, 텍스트 및 물체 상호작용으로 학습성취에 목표를 두었다. 훈련 내용은 클린룸 입장 전 주의사항을 숙지할 수 있도록 하였고, 클린룸 입장 전 방진의복 착용 및 에어샤워 절차를 이해하며 반도체 주요 장비의 목적과 기능을 이해, 를 통해 주요 반도체 공정에 대한 지식을 습득하는 시나리오로 구성하였다.[표 4]

표 4. 훈련내용
 Table 4. Training content form

과정	한국기술교육대학교 클린룸 투어 VR (KOREATECH Cleanroom Tour VR)			
NCS 분류 체계	대분류	중분류	소분류	세분류
	19. 전기전자	03. 전자기기 개발	06. 반도체개 발	03. 반도체장 비
훈련 대상	반도체 솔라셀 제조 관련 취업희망자 및 신입 대상 기업 및 교육기관 내근직원 대상 교육자료 활용			
훈련 목표	클린룸 입장에 필요한 방진장비 필요성 및 기능 이해 반도체 솔라셀 제조 설비의 원리 및 역할을 애니메이션, 내레이션, 텍스트 및 물체 상호작용으로 학습			
훈련 내용	클린룸 입장 전 주의사항을 숙지할 수 있다. 클린룸 입장 전 방진의복 착용 및 에어샤워 절차를 이해할 수 있다. 반도체 주요 장비의 목적과 기능을 이해하며, 이를 통해 주요 반도체 공정에 대한 지식을 습득한다.			

3.1 주요기능 구현방안

기본 물리 효과 및 알고리즘 구현의 경우 물리충돌
시 유니티 콜라이더를 기본으로 속성별 레이어를 설정
하였다. 주요 기능별 동작 원리 구현의 메인로직은 앱시
스템(AppSystem)의 경우 메인로직에서 AppSystem->
GameObject 활성화, AppSystem<-Script에서 이벤트진
달, AppSystem상태 변경 및 다음 상태 시퀀스 진행방
식으로 동작 절차를 설정하였다.

IV. 실험 및 결과

4.1 검증 및 자문 및 사용자 평가 현황

검증환경에서 자문검토 및 평가회 검토사항 테스트
를 하였다. 2019-12-24과 2020.02.11. 검토회2회를 개최
하였다. 사용자 평가 후 한국 기술 대학교 온라인 평생
교육원에서 취합 분석된 주요 내용은 '사용자 동선에
적합하지 않는 미션을 수정요구.', 공간 배치 관련 확인
을 체크할 것을 요구가 있다' 등의 의견이 있었으며 이
러한 피드백을 반영하여 또 구동시 내부 움직임 확인

가능하도록 구현이 요구 되었으며, 사용자 눈높이에 이
동 영역 출력 공간 이동 이펙트 추가되었다.

표 5. 클린룸 자문검토 및 평가회 요약

Table 5. Summary of clean room advisory review and evaluation
meeting

회의	Parameter	전송모드 I
클린룸 자문 검토회	자문 내용	
	콘텐츠 메인화면에서 튜토리얼 / 투어 메뉴 분리하여 제공	
	클린룸 1번 장비까지만 이동 가이드 제공, 이후 자율 투어 진행	
	탈의실 의복 착용순서 (1)마스크 > (2)방진모> (3)방진복 > 이후 자율	
	명칭변경 "아이패드" > "태블릿"	
	클린룸 입실 후 타블렛은 전체 투어에 대한 진행률 및 미션리스트 표시	
	각 장비에 대한 절차 및 정보는 3D UI으로 개별 제공	
	텔레포트 기능은 3D 미니맵에서만 가능	
	각 공간(탈의실/ 클린룸) 최초 진입시에만 공간 설명 내레이션 진행	
	장비 상호작용은 세부조작보다 다양한 정보확인용 위주로 구성	
	장비별 세부 디스플레이 등 확대 시각화 방안 검토	
	개별 장비체험 종료 vs. 전체 투어 종료를 인지가능하도록 종료화면 구분	
	전체 투어 종료화면에서 [계속하기], [홈으로 가기] 2개 버튼 제공	
각 장비별 체험 종료시 상호작용 물체 및 상태를 자동으로 리셋하는 기능 제공		
과정명 변경 > 한국기술교육대학교 클린룸 투어 VR		

V. 결 론

본 연구는 구축 및 검증 전문가 사용 평가 현황결과
는 가상 현실 콘텐츠를 이용한 직업 교육의 효과성과
만족도 VR기기를 활용한 훈련으로 재미와 관심도를 높
은 호응을 확인할 수 있었다. VR기기를 활용한 훈련으
로 산업에 대한 재미와 관심도를 높일 수 있으며 훈련
후 즉각적인 정량화 된 성과 확인 (훈련 시 상황을 리
플레이로 보여주며 그래프 및 정량적 수치로 표현)은
높은 호응을 확인할 수 있었다. VR기기와 PC만 있으면
훈련이 가능하므로 이동이 편하고 장소의 제약이 적으며,

키보드, 마우스 모드로 훈련할 경우 VR기기 불필요하고 안전한 교육환경 등의 질병, 사고로 부터 안전사고를 예방할 수 있으며, 재료의 소모 없는 반복 훈련으로 비용이 발생하지 않아 초기 시설 투자 비용 대비 비해 누적됨으로써 비용적으로 경제적이며, 새로운 훈련 적용 시 업데이트가 손쉽게 VR 및 트레드밀을 가상훈련에 적용함으로써, 현실 상황에 적용가능한 실질적 훈련 가능 하였으며, 실감나는 3차원 몰입환경에서 자연스러운 상호작용을 통한 능동적 학습 유도 및 교육효과 제고 할 수 있으며, 최신 VR 관련 하드웨어 및 렌더링 기술을 데모로 구현, 차후 실감 교육 콘텐츠 확대 방향성 검토 가능하다고 평가를 받았다. 최신 VR 훈련 콘텐츠 확보를 통하여 한국기술교육대 평생교육원 홍보 자료로 활용 및 새로운 훈련 적용 시 업데이트가 손쉬워 종합적으로 본 연구에서는 효과적인 교육 성과를 창출하는 것으로 나타났다.

References

- [1] Man sik Kim, Jungho Kang, Mon-seong June “Market and Technical Trends of VR Technologies” Korea Contents Association Vol. 14, No 4. pp. 14-16, 2016
- [2] Eun-Young Jung, Evaluation of Practical Exercises Using an Intravenous Simulator Incorporating Virtual Reality and Haptic Technologies, The Graduate School, Ajou University, (2011), 1-10 <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2011.05.012>
- [3] S. W. Lee, “Present and future of virtual reality technology based on embedded cognition“, The Studies in Korean Literature. Vol. 54, pp. 39-63. 2017. <https://doi.org/10.12925/jkocs.2018.35.3.886>

※ 한국 기술 교육 대학교 온라인 평생교육 진흥 원의 연구비 지원으로 제작되었음 (Supported by KOREA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY AND EDUCATION E-KOREATECH STEP),
