
3D 기반 자동차 조립 프로세스 개발

김귀정[†], 한정수^{††}

Development of Vehicle Assembly Process based on 3D

Gui-Jung Kim[†], Jung-Soo Han^{††}

요 약 조립공정의 상세한 과정을 보여주기 위해 Script 언어를 사용하여 자동차 조립공정을 3D로 시뮬레이션 하였다. 3D 가시화 기술은 산업현장에서의 학습활동을 가시화하는데 최적의 방법이 될 수 있다. 특히 시뮬레이션은 자동차 관련하여 엔진 부분과 타이어부분에 대하여 조립과정을 3D로 자동화하여 보여줄 수 있도록 구현하였다. 특히 터치스크린을 바탕으로 하여 사용자가 실제로 작업도중에 학습할 수 있도록 실험하였다.

주제어 : 3D Max, 자동차, 엔진조립, 타이어조립

Abstract In order to show the assembly process in detail, we used Script languages and it's simulation tried to do an automobile assembly process with 3D. 3D View techniques is the method of the optimum which helps the studying activity from industrial site. We developed 3D View in order to show a assembly process with 3D about engine part and tire part. Specially we experimented the user will be able to study actually using touch screen on the working.

Key Words : 3D Max, Vehicle, Engine Assembly, Tire Assembly

1. 서론

산업현장에서 초급 작업자의 학습은 보통 숙련된 작업자가 초급 학습자에게 일일이 일을 가르치는 모습을 볼 수 있다. 그만큼 일의 숙련도를 높이는 것은 학습하는 입장에서는 배우기 쉽지 않고 가르치는 입장에서도 많은 시간과 노력이 투입되어야만 가능하다는 것을 알 수 있다. 이에 본 논문은 현재 나날이 발전해가고 있는 3D 그래픽 서비스와 접목시켜서 산업현장에서의 교육에 사용하면 기업의 교육활동에 필요한 인지적 부하를 줄이고 학습을 배우는 입장에서도 보다 쉽게 교육에 입할 수 있는 3D 가시화 기술개발을 제안하였다. 이를 위해 복합지식 데이터베이스를 구축하고 3차원 형태로 보여줄 수 있도록 3Ds Max를 이용하였다. 또한 조립공정의 상세한 과정을 보여주기 위해 Script 언어를 사용하는 방법을 제안하였다. 3D 가시화 기술은 산업현장에서의 학습활동을

가시화하는데 최적의 방법이 될 수 있다. 특히 시뮬레이션은 자동차 관련하여 엔진 부분과 타이어부분에 대하여 조립과정을 3D로 자동화하여 보여줄 수 있도록 구현하였다. 특히 터치스크린을 바탕으로 하여 사용자가 실제로 작업도중에 학습할 수 있도록 실험하였다[1-2].

본 논문의 구성은 서론에 제2장에서는 3D관련 연구배경을 기술하고, 제3장에서는 관련연구를 언급하였으며, 제4장에서는 자동차 자동 조립 프로세스에 대하여 자세히 기술하였으며 끝으로 결론을 맺는다.

2. 연구 배경

산업현장에서 작업자가 작업하는 기술을 습득하기 위해서는 숙련된 작업자의 도움을 받아 작업요령과 부품의 설계과정을 일일이 배우는 등 장시간 시행착오를 거쳐야

[†] 건양대학교 의공학과 교수(교신저자)

^{††} 백석대학교 정보통신학부 교수

논문접수 : 2012년 2월 6일, 1차 수정을 거쳐, 심사완료 : 2012년 2월 17일

본 연구는 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임.(No. 2011-0026235)

만 가능하다. 그만큼 일의 숙련도를 높이는 것은 쉽지 않고 이는 곧 기업 입장에서 교육에 소비되는 비용이 가중되어 부담스러울 수밖에 없다. 본 논문은 산업 현장에서 초급 작업자가 더 적은 노력과 시간을 들여 쉽게 기술을 습득할 수 있게 만들고 기업은 기술 교육 소비에 드는 비용을 줄여 보다 효율적인 학습 활동을 가능하게 함에 목적이 있다. 이를 다시 말하면 산업현장에서 작업자의 숙련도에 맞추어 학습이 가능한 실감형 3D 정보 가시화 구현이며 작업자의 작업순서, 숙련도, 경험 등에 부합하는 지식정보를 개인에 맞게 추천해주는 네비게이션 구현이라고 할 수 있다[3].

기존 지식뿐 아니라, 개발과정 과정에서 발생한 정보를 축적하여 공공간에 해당 정보를 공유할 수 있는 복합 지식 저장소를 구축한다. 3D 가시화 기술은 입체적인 실감형 3D View 기능을 탑재하여 작업자가 쉽고 즉시 학습이 가능하도록 구성되어 있다. 또한 컴포넌트 데이터베이스 기반의 디지털 컴포넌트 모듈을 설계하기 위해 이미 구성되어 저장된 세부 부품의 pool로부터 가져와 조립하듯이 컴포넌트 모듈을 설계한다. 그 후 Virtual Mock-up(VMU)를 활용하여 가상공간에서 실물 크기의 모델링을 한 후 사용자가 디자인 검증 및 변경이 가능한 가상 모형 제작기술을 활용한다. 특히 본 연구에서 주제로 삼은 자동차 조립은 현재 가장 많이 범용으로 사용하고, 사용자측면에서 이해가 쉬울 뿐 아니라 조립과정은 정확히 학습하지 않으면 조립이 어렵기 때문에 자동차 엔진과 타이어 조립을 가상으로 시뮬레이션 하였다. 구현은 3D Max를 기반으로 구축하였다[4].

3. 관련 연구

정보통신기술의 발전은 다양한 용도의 컴퓨터 기반 시스템의 개발로 이어지고 있으며, 디스플레이 장치는 사람과 전자기기와 연결을 담당하며 중요한 기능을 한다. 1897년 최초 브라운관이 발명되어 각종 전자기기에 다양한 정보를 인간이 볼 수 있도록 화면상에 구현해주는 역할을 해온 디스플레이는 미래 정보화 시대의 핵심 사업으로 각광 받아 왔으며, 박형 액정패널 및 PDP, OLED 등 다양한 장점을 가진 플랫패널디스플레이들이 등장하였다.

정보화 사회로부터의 빠른 변화로 인해 언제 어디서

나 정보를 이용할 수 있고 편리한 작동을 위한 장치의 필요성이 증가함에 따라 터치 패널을 적용한 터치스크린이 등장하게 되었다. 터치패널은 최초 미국에서 군사용으로 처음 개발된 입력 장치의 하나로서 디스플레이에 전용 펜, 손가락 등을 이용한 접촉에 의한 신호전달 및 조작으로 편리하게 사용할 수 있도록 하는 장치이다[5]. 3D 가시화 기술 개발의 하드웨어적인 장치는 바로 이 터치스크린을 이용하여 즉시 학습이 가능한 학습 도구를 제작함에 있다.

뉴질랜드에서는 VR(가상현실) 기술을 이용한 MagicBook 등의 가상교육 콘텐츠를 실험제품으로 발표하고 상용화를 시도하고 있다. 2006년 세계 VR 시장이 331.7억 달러 중, VR 기반 e-러닝 산업의 시장은 72.7억 달러로 약 22%를 점유[CyberEdge, 2004]하고 있다. 또한 기존의 인쇄교재와 실감형 e-러닝 기술을 접목하여 오프라인 출판 시장과의 Win-Win 전략을 도모함으로써 모바일과 실감형 VR 기술을 접목한 새로운 서비스 시장 도출을 시도하고 있다[6].

실시간 업무지원 및 코칭기술에 있어서도 시스템 통합에 기반을 둔 업무수행 지원과 지식관리의 통합이라는 측면에서 기존 지식포털의 한계에 머물고 있으며, 다차원적인 업무수행 지원을 위한 혁신적인 기술을 구현하지 못하고 있다. 특히 e-러닝 분야에서의 실감형 3D 기술은 전문하다고 할 수 있으며, 증강현실을 지원하는 3D 분야는 지속적인 연구가 이루어지고 있으나 증강현실을 지원하는 실감형 가시화 부분에서도 컴퓨터 비전 또는 컴퓨터 그래픽의 핵심 알고리즘을 개발하기보다는 해외 오픈소스 기반의 툴킷 또는 SDK를 활용하는 응용기술 수준에 머무르고 있다[6].

또한 3D 장면을 Web으로 나타내기 위한 애니메이션 기능이 필수적이다. 가상의 3차원 객체를 생성하기 위해 3차원 모델링/렌더링 기술 및 인터페이스 개발이 포함되어야 한다. 이를 위해서는 3차원 가상환경에서 복수의 객체에 대한 그림자를 연산(렌더링)하고 표현하는 기술이 필요하다[7][8].

4. 3D 가시화 기술 개발

4.1 3Ds Max의 사용

3D 가시화 기술 개발 구현을 위하여 본 연구에서는

Autodesk 사의 3Ds Max를 사용하였다. 그래픽 툴로 널리 알려진 Max는 전세계 3차원 그래픽시장에 가장 많은 사용자층을 차지하고 있는 프로그램으로 현재에도 지속적인 업데이트 및 기능들이 추가되고 있다. Max의 주요 특징으로는 타 그래픽 소프트웨어에 비하여 가격이 저렴하고 복잡하지 않은 화면구조로 인하여 초보자도 쉽게 학습이 가능하다. 또한 plug-in을 사용함으로써 기본적인 기능 외에도 다양한 기능을 추가해 사용이 가능하여 3차원 게임디자인, 광고, 특수영상, 건축 및 인테리어 등 수많은 영역에서 사용되어지고 있다[1].

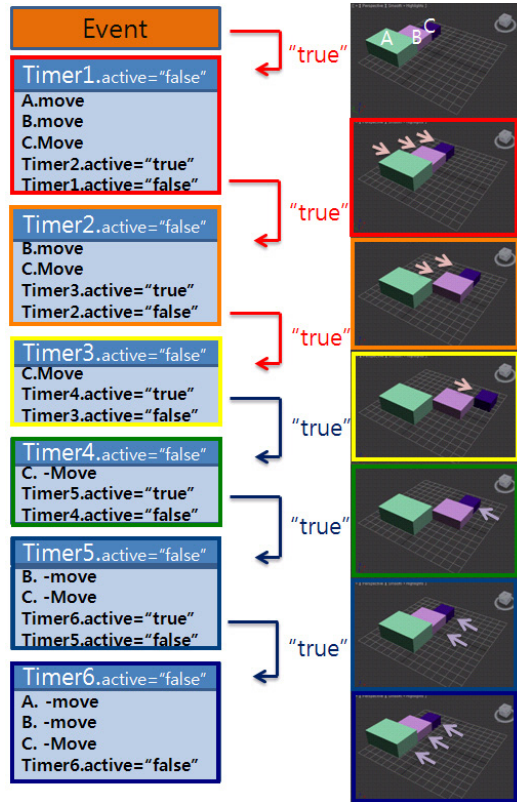
MaxScript(맥스 스크립트)란 Autodesk사의 3ds Max에서 제공하는 Script 언어이다. Script 언어라고 하면 흔히 Java(자바)나 Python(파이썬), Lua(루아), 마야의 Mel(멜)과 같은 언어를 연상시키듯이 MaxScript도 다른 Script언어와 비슷한 형태를 지니고 있다[2]. 3D 가시화 기술 개발은 우리가 보는 환경과 환경 속에 있는 물체를 우리가 보는 것과 똑같이 3차원 공간속에서 표현했을 때 학습효과를 극대화 시킬 수 있기에 3차원 표현 능력이 뛰어나며 Max script 라는 프로그래밍적인 요소를 모두 갖췄기에 Max를 선택하여 개발하였다.

4.2 3D 가시화 기술 알고리즘

어떤 조립품이 A, B, C의 부품으로 이루어져 있다면 각 부품이 순차적으로 분해되고 다시 재조립되는 과정을 보이면 된다. 이를 위해서는 [그림2]와 같이 조립과정구현 알고리즘을 사용하면 되는데 먼저 조립 과정을 학습하고자 하는 부분을 터치 했을 때 해당 이벤트가 발생하면 A, B, C 부품의 이동경로로 묶인 timer를 활성화 시킨다.(Timer1.active="true") timer는 이동하고자 하는 부품의 묶음을 일정 시간이 지나면 정지하게 만든 컴포넌트이다. 그럼 A, B, C 모든 부품이 움직이게 되고 활성화 중인 timer를 비활성화 시키기 바로 직전에 다음 timer를 활성화 시키면 A 부품을 제외한 B, C 부품의 이동경로만 묶인 timer가 동작하게 된다.(Timer2.active="true") 이런 식으로 다음 timer를 계속 활성화 시키면 마지막 timer부분은 자기 자신을 비활성화 시키고 종료하게 된다.

이러한 알고리즘대로 수행하면서 부품의 이동을 대칭시켜 구현하면 분해와 재조립 순으로 구현이 가능하다. [그림 1]의 오른쪽 부분은 조립과정구현 알고리즘을 사용하여 실제 3Ds Max를 사용하여 적용시킨 모습이다. 첫 번째 timer에 의하여 A, B, C 3개의 부품이 모두 움직

이고 두 번째 timer에 의하여 오른쪽 두 부품만 움직인다. 마지막 timer에 의하여 맨 오른쪽 부품만 이동하는 것을 볼 수 있다. 4, 5, 6번 timer는 1, 2, 3과 같지만 부품의 이동만 반대로 하여 처음 원상태로 복귀하는 것을 확인할 수 있다.



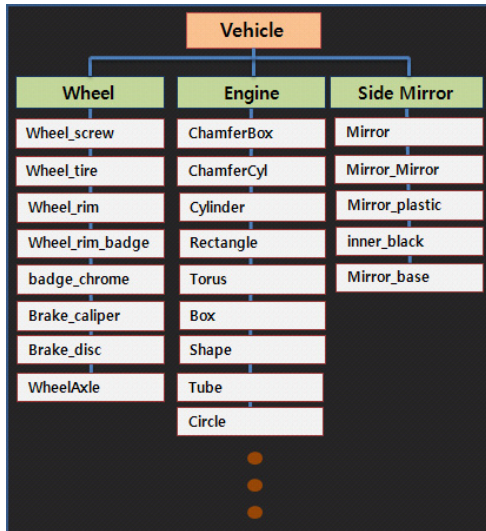
[그림 1] 알고리즘

4.3 기술구현

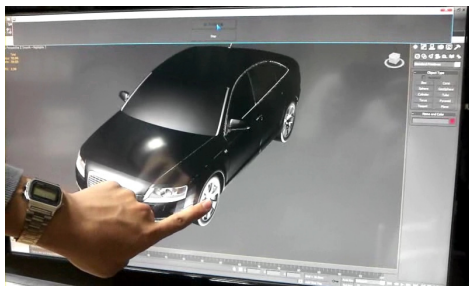
[그림 1]의 알고리즘을 이용하여 본격적으로 3D 가시화 기술을 이용한 조립 공정을 개발할 수 있다. 먼저 어떠한 조립 공정을 구현할지 주제를 정한다. 컴퓨터 조립 과정, 선박 건조 과정, 항공기나 군수품의 조립과정 등이 좋은 예가 될 수 있다. 본 논문에서는 자동차 조립 과정을 주제로 선정하여 조립 공정을 구현해 보았다. [그림 2]와 같이 자동차의 부품 구성도를 작성해본다. 부품 구성도를 작성하기 위해서는 먼저 자동차 조립 과정을 구현하기 위한 세부 부품을 모두 인지하고 있어야 한다[9].

자동차의 바퀴, 엔진, 그리고 후사경의 조립 과정을 구현하기로 하였다. 부품 구성도 작성이 완료되면 3Ds

Max를 이용하여 실제 모델링 작성에 들어간다. [그림 3]은 앞의 부품 구성도를 바탕으로 실제 조립 공정 과정을 구현하기 위한 세부 부품들을 이용하여 제작한 모델링 모습이다. 3D 가시화 기술 개발에서 모델링을 얼마나 사실적으로 구현하였는가 보다는 조립 공정에 초점이 맞춰져 있기 때문에 기존에 있는 모델을 이용하여 구현하여도 무방하다[10-11].



[그림 2] 부품 구성도



[그림 3] Max를 이용한 모델링

앞에서 제시한 알고리즘을 이용하여 자동차의 조립 공정을 개발해낸 실제 결과물이 [그림 4]이다. [그림 3]과 같이 터치스크린을 이용하여 이벤트를 인지하고 학습자에게 조립 과정을 순서대로 보여줄 수 있다는 것이 3D 가시화 기술 개발의 핵심 부분이다.

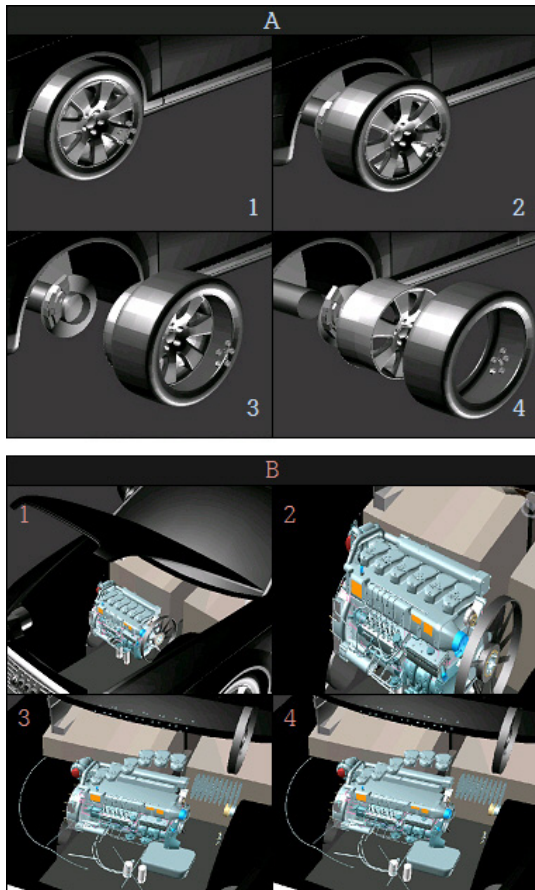
4.2절에서 설명한 것과 같이 Timer는 일정 시간 동안 event를 반복하는 컴포넌트이지만 script의 move, rotate 등의 기능을 포함시키면 부품이 이동하는 과정을 구현해

낼 수 있다는 것을 알 수 있다.

[그림 4]-A는 바퀴가 분해되고 조립되는 과정이다. [그림 2]의 부품 구성도에서 Wheel의 경우를 보면 Wheel_screw, Wheel_tire, Wheel_rim ... 순으로 명명된 세부 부품으로 조립되어 있는 것을 볼 수 있다. 바퀴를 분해하기 위해서는 먼저 바퀴를 조이고 있는 나사 즉 Wheel_screw가 분리되어야 한다. [그림 4]-A-1과 같이 Max Script를 이용하여 첫 번째 Timer01은 Wheel_screw가 바퀴와 수평이 되도록 움직이게 만든다. 나사를 이용하여 바퀴를 조이는 부분을 풀었으면 바퀴를 들어낼 수 있다. 이 때 분리한 Wheel_screw 뿐만 아니라 바퀴를 이루는 부품이 Timer02에 포함되도록 하면 [그림 4]-A-2와 같이 앞서 분리한 부품과 바퀴가 함께 움직인다. 다음으로 들어낸 바퀴를 분해한다. Timer03은 Wheel_tire를 포함한다. 이렇게 하면 타이어가 분해되는 과정을 나타낼 수 있다. 여기서 다음 동작에서 분해될 부품을 가리지 않기 위해서 분해되어 있는 부품들은 일정 부분 이동해야 한다. 그러므로 Wheel_tire만 포함시켜서 타이어만 이동시키는 것이 아니라 기존에 분해된 부품들도 함께 이동시키되 Wheel_tire가 조금 더 많이 이동할 수 있도록 하면 전체적으로 고르게 분해가 가능하다. 이것을 나타낸 것이 [그림 4]-A-3과 같다. 이제 자동차의 차체와 연결되어 있는 WheelAxle에 연결된 Brake_caliper, Brake_disc를 분해한다. disc같은 경우 회전시켜서 분해하기 위해 지금까지 사용한 move 기능 외 rotate 기능을 사용하여 회전시켜 분해하는 모습도 보여줄 수 있다. 이동 시간을 표현하는Timer04에는 Brake_caliper 뿐만 아니라 Brake_disc의 회전 그리고 앞에서 분해시킨 바퀴 부품도 조금씩 이동시킨다. 최종적으로 [그림 4]-A-4는 완전히 타이어가 분해된 모습을 볼 수 있다. 지금까지 작성한 Timer를 기준으로 역 방향으로 이동 및 회전 기능을 적용시킨 Timer를 추가시키면 [그림 4]-A의 4-3-2-1 순으로 재조립이 완료된다. 이렇게 타이어의 조립 공정이 모두 완성되었다.

[그림 4]-B는 엔진의 조립 과정을 나타낸 것이다. 엔진은 초기 차량에서 보닛 아래에 위치하기 때문에 학습자가 보닛을 제거할 수 있게 만들어야 한다. 본 연구에서는 보닛을 터치 했을 시 보닛이 오픈되도록 하였다. 보닛의 장착과 같은 조립과정을 보여주기 위해서는 보닛의 사이드 부분을 클릭했을 때 보닛 장착을 보여주고 보닛 가운데 부분을 터치 했을 경우에는 보닛을 오픈할 수 있

도록 만드는 것도 가능하다. [그림 4]-B-1과 같이 보닛을 열고 학습자는 엔진을 터치한다. 엔진은 부품의 수가 상당히 많기 때문에 엔진의 세부 부품의 조립과정을 정확히 알고 있어야 한다. 이것을 보면 부품 구성도가 중요함을 알 수 있다. 엔진 부품 구성도를 바탕으로 바퀴 조립과 같이 부품의 이동 과정을 Timer에 포함시켜서 script를 작성한다. 결과적으로 [그림 4]-B의 2-3-4-3-2순으로 엔진이 분해되고 재조립 되는 과정을 볼 수 있다.



[그림 4] 타이어 및 엔진 조립 과정

5. 결론

3D 가상화 기술은 e-learning 등 많은 교육 및 작업장에서 활성화 되고 있다. 앞으로는 또 다른 전문가가 필요 없이 전문가의 능력을 지원하는 기술지원 도구들이 필요할 뿐이다. 본 논문에서는 3D 기술을 바탕으로 자동

차 부품 조립공정을 사용자가 이해하기 쉽도록 구현하였다. 이를 바탕으로 실시간 도움을 주는 보조역할을 하는 자동차 부품 조립 공정 시스템을 구축하여 시뮬레이션하였다. 본 논문의 결과는 조립과 분해 과정을 한눈으로 볼 수 있고, 이해가 쉬우며 구현 방법은 3D Max Script로 구현하였다. 본 연구내용의 장점은 작업 도중에 의문 사항이나 관련 지식이 없어도 스스로 작업과정에서의 문제점을 해결 할 수 있다는 것이다. 또한 e-learning 방식의 교육도 가능하기 때문에 원격 교육방식도 충분히 장점이 된다고 판단할 수 있다.

그러나 조립과정에 대한 자세한 Document 등은 아직 추가해야할 과제이다. 또한 여러 가지의 과정을 직접 조작함으로써 조립단계의 중간 과정 등을 제어하는 기술은 지원하지 않고 있다. 따라서 이러한 추가적인 조립과정의 단계별 사용자 제어 연구가 필요하다.

참고 문헌

- [1] http://kallery.net/Q_get_pddng.php?g_clss=forum&g_prsss=thrd&g_tmplt=&g_brd=21&g_pg=5&g_thrd=767
- [2] 오유환, “CG 디자이너를 위한 MAX Script”, 성안당 출판사, 2010. 6.
- [3] 김귀정, 한정수, “3D 콘텐츠 기반 작업 프로세스 시뮬레이션 개발”, 한국콘텐츠학회논문지, 11권 7호, 2011년 7월.
- [4] 허원, “복합지식 기반의 이러닝 오픈 프레임워크 개발 연구기획최종보고서”, 지식경제부, May, 2008.
- [5] 한국전자정보통신산업진흥회, “터치패널 시장동향”, 2008
- [6] http://www.itec.re.kr/itec/sub02/sub02_01_1.do?t_id=5021
- [7] 이석현, “3차원 도시 시뮬레이션을 위한 Virtual City(V-City) 엔진개발기술 과제의 최종보고서”, 2008. 5.
- [8] Ryo, Yoshida, Takaaki Murao, Tatsuo Miyazawa, “3D web environment for knowledge management,” Future Generation Computer Systems, 17, pp. 73-78, 2000.
- [9] 양용연 외 6인, “산업 적용형 가상현실 기술”, 한국전

자통신연구원, 2011년 2월.

- [10] Gui-Jung Kim, Jung-Soo Han, "Simulation of 3D Information Visualization. Proceedings of the International Conference on IT Convergence and Security", Lecture Notes in Electrical Engineering, Springer, Sep., 2011.
- [11] Su-Jin Baek, Do-Eun Cho, Si-Jung Kim, Gui-Jung Kim, "3D View for Engine Assembly", The 2012 International Conference on Convergence Technology, Jan., 2012

김 귀 정



- 1994년 : 한남대학교 전자계산공학과(공학사)
- 1996년 : 한남대학교 전자계산공학과 (공학석사)
- 2003년 : 경희대학교 전자계산공학과(공학박사)
- 2001년 ~ 현재 : 건양대학교 의공학과 교수

과 교수

- 관심분야 : CRM, CASE 도구, 컴포넌트검색
- E-Mail : gjkim@konyang.ac.kr

한 정 수



- 1990년 : 경희대학교 전자계산공학과(공학사)
- 1992년 : 경희대학교 전자계산공학과(공학석사)
- 2000년 : 경희대학교 전자계산공학과(공학박사)
- 2001년 ~ 현재 : 백석대학교 정보통신학부 교수

신학부 교수

- 관심분야 : 컴포넌트관리, UML, 3D 모델링, 소프트웨어 아키텍처
- E-Mail : jshan@bu.ac.kr