3D 그래픽을 적용한 운전면허 시뮬레이터 설계

Design of Driver License Simulation Model Using 3D Graphics

원지운, 홍진표*

한국기술교육대학교 컴퓨터공학부

Ji-Woon Won, Jinpyo Hong*

School of Computer Sciences & Engineering, KOREATECH, Cheonan 330-708, Korea

[요약]

최근 시뮬레이션 환경 구축은 모든 분야에 걸쳐서 중요한 이슈로 떠오르고 있다. 특히 비행기나 우주선과 같은 한 번 작동 하는데 많은 비용이 드는 기기의 훈련일 경우, 실제 기기와 같은 환경을 시뮬레이터로 구축하여 놓음으로써 막대한 비용의 절감과 함께, 실전에서와 같은 훈련 효과를 가져올 수가 있다. 이에 우리는 일반 운전학원에서 운전 면허 획득을 위한 연습시 차량의 부족과 많은 인원으로 인해 대기 시간이 많이 지연되고 있음에 착안하여, 운전 연습에 맞는 시뮬레이터를 개발한다. 운전 연습에 적합한 시뮬레이터인 3D 레이싱 게임에 착안하여, 운전 면허 실습을 위한 컴퓨터 3D시뮬레이션 모델을 제안하고, 이를 사용하여 사람들이 실제 운행을 하는 것처럼 핸들을 조작하는 시뮬레이션 환경을 제공한다. 본 논문은 컴퓨터 3D 시뮬레이션을 활용하여 운전 연습 모델을 모델링하고, 이 모델링을 사용하여 시뮬레이터를 제작하여 활용하는 것에 관한 연구이다.

[Abstract]

Recently the construction of simulation environment is an important issue in all fields. In case of the training for operating machines such as airplanes or spaceships which cause a huge cost, simulators could be helpful to reduce the costs and training efforts by simulating real situations. When people get a driver's license, too many trainees have to wait for their turns because of the limited number of cars and the small space of training sites. To solve this problem, we have designed and developed the basic design for the simulators. We suggest the Computer 3D Simulation Model for a driver's practice. The concept of this simulator is from a 3D Racing-game which suits for a driving exercise. We provide users with handle-controlled simulation settings to let users feel reality as if they drive in real through this simulator. We also use a 'force-feedback' system which gives handle vibration when users collide against obstacles or exceed lanes. Users can be absorbed in the simulation program and feel the sense of the real. This paper is the study about modeling the driving exercise model of 'computer 3D simulation', and producing and utilizing the simulator through this modeling.

Key Words: 3D Simulation, Driver's License, Force Feedback

<http://dx.doi.org/10.14702/JPEE.2013.169>

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received 27 September 2013; **Revised** 22 October 2013

Accepted 8 November 2013

***Corresponding Author**

E-mail: jphong1@koreatech.ac.kr

I. 서론

최근 컴퓨터는 소프트웨어와 하드웨어 분야를 가리지 않고 많은 발전을 이루고 있다. 요즘 나오는 컴퓨터는 복잡한 연산이 많이 사용되고 부하가 큰 3D Modeling, 3D Game Simulation 처리를 별다른 무리 없이 실행할 수 있을 정도로 뛰어난 성능을 가지고 있다. Simulation이란 복잡한 문제를 해석하기 위하여, 모델에 의한 실험 또는 사회현상 등을 해결하는 데, 실제와 비슷한 상태를 수식 등으로 만들어, 모의적(模擬的)으로 연산(演算)을 되풀이하여 그 특성을 파악하는 작업이다. 시뮬레이션 종류에는 현실세계에서 수행환경을 만들어 수행하는 아날로그적인 방법과 컴퓨터 환경에서 시뮬레이션 프로그램을 작성하여 수행하는 방법이 있다. 아날로그적으로 시뮬레이션을 수행하는데에는 많은 시간과 비용이 요구되고, 시뮬레이션을 반복 수행할 때 환경 조건들을 다시 만들어야 하는 번거로움이 있다. 하지만 컴퓨터 시뮬레이션을 사용하면 시뮬레이션 전에 요구 조건 등을 한 번 프로그래밍 해놓으면, 수차례 시뮬레이션할 수 있을 뿐만 아니라 비용과 시간을 획기적으로 줄일 수 있다.

최근 대부분의 시뮬레이션은 사용자에게 실제 환경과 같은 사실적인 느낌을 줄 수 있는 3D환경으로 개발되고 있다. 더 나아가 시각뿐만이 아니라 촉각, 후각 등의 오감으로 느낄 수 있는 형태의 게임들도 개발될 것이다. 이러한 실감형 게임에서 지원하는 3차원 영상은 가상현실분야에서도 중요한 자리를 차지하고 있으며, 3D Graphic Simulation과 유사한 점이 있다[1].

이에 우리는 현실성 있는 3D 레이싱 게임에 착안하여, 운전 연습장에서 운전연습을 하기 위해 기다리는 시간과 차량 유지 비용 등을 줄일 수 있는 운전연습 3D시뮬레이션 모델을 제안한다. 이를 이용하여, 실제 운전을 하는 것처럼 기동장치(핸들, 엑셀러레이터)를 조작하는 시뮬레이션환경을 제공하고자 한다. 그리고 좀 더 실감형으로 몰입할 수 있도록, 차체가 충돌을 하거나 차선을 넘을 경우, 핸들에 진동이 오는 force-feedback 장치를 활용한다.

본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. 2장에서는 운전 면허 시뮬레이션에 쓰이는 여러 기법들에 관한 연구를 설명하고, 3장에서는 제안한 시뮬레이션을 DEVS 시뮬레이션 모델에 적용하여 나타낸다. 4장에서는 시뮬레이션 결과 및 보완할 점을 기술하고, 5장에서는 결론과 향후 연구 과제에 대해 논의한다.

II. 관련연구

현재 컴퓨터 시뮬레이션은 여러 분야에 다방면으로 활용되고 있고, 미래를 예측하거나 모의훈련을 하는 목적으로 연구되고 있다[2].

컴퓨터 시뮬레이션을 활용하기 위해서는 시뮬레이션에 input이 주어졌을 때, 어떤 output을 산출하는 지에 관한 여러 가지 가능성들을 모델링해야 한다. 이렇게 체계화 된 모델은 다른 시뮬레이션에 보다 쉽게 변형되어 사용될 수 있다.

시뮬레이션을 수행하기 위해선 모델링은 필수적인 작업으로, 본 논문도 모델링을 주요 문제로 다루고 있다.

[3]에서는 PC-Based 실시간 차량 시뮬레이션을 위해 가상현실과 자동차공학이 융합되는 차량 시뮬레이션으로, 가상의 주행 및 시험 환경을 구축하고, 이를 이용하여 인간의 반응 및 감성까지 포함하여 실제 실험과 같은 효과를 안전하고 효율적으로 얻고자 했다. 이를 가능케 하기위해서, 차량 시뮬레이터는 운전자가 자동차를 운전하는 동안 수행하는 조향 휠 조작, 가감속 페달 조작 등을 통해 야기되는 차량의 운동을 실시간 시뮬레이션을 수행해 예측하고, 그 결과를 운동, 시각 및 음향 큐를 통해 운전자에게 피드백한다. 차량 시뮬레이터에 탑승한 운전자가 실제로 자동차를 운전하고 있다는 느낌을 갖게 하는 가상현실 장비를 개발하였다. 본 논문은 위와 같이 여러 장치들의 패턴을 응용하여 모델링하였다.

기기를 다루는 시뮬레이션 모델링 연구에서 주를 이루고 있는 비행시뮬레이션 모델링에도 주목하였는데, 논문 [4]는 국방부에서 진행하던 유도무기 비행시험체계에 관한 시뮬레이션을 모델링하고 작성하여 시뮬레이터를 개발하는 연구이다. 유도무기 비행시험체계란 유도무기의 비행시험 시 레이더시스템은 자체 송수신을 통한 탄도 추적을 수행하고, 원격 측정시스템은 유도탄 내부에 탑재된 항법시스템의 위치정보를 실시간으로 획득함으로써 수행되는 시뮬레이션이다. 위와 같은 비행시험체계 시뮬레이터를 설계하는데 있어서 본 논문과 유사한 부분이 많았는데, 이 비행시뮬레이터 연구는 시험 환경을 모사하는 비행시험 시나리오를 생성하고, 비행시험체계를 구체적으로 모델링하고 실험을 한다. 위에 언급한 대로, 본 논문도 운전면허 시험 시뮬레이션 시 발생할 수 있는 여러 가지 시나리오, 즉 자동차 제동거리, 가속도, 주위 날씨 등을 생성하고, 동작 환경을 고려하여 시뮬레이션 모델링을 작성하였다.

이렇게 제작된 시뮬레이터를 이용해서, 시뮬레이션을 실제 상황과 오차를 최대한으로 줄이도록 하여, 현실과 비슷한 시스템을 구축하는 것이 본 운전면허 시뮬레이션 모델링의 주요 목적이다.

그림 1. DEVS 시뮬레이션 모델의 구조도

Fig. 1. DEVS simulation model structure.

III. 운전 면허 시뮬레이션 모델 설계

A. 운전 면허 시뮬레이션의 필요성

전국에 이미 수많은 자동차 운전면허 학원이 존재하고 있다. 하지만 이 중에 운전 면허를 위한 시뮬레이션 장치를 설치하여 운영하고 있는 곳은 몇 곳이 되지 않는다. 그 이유는 첫째로, 직접 운전시 느낄 수 있는 현실감이 시뮬레이터에서는 많이 부족하다는 것이다. 실제 시뮬레이터가 있는 운전 면허 학원을 보더라도, 운전 연습 시뮬레이션을 해본 사람들은 대부분 연습은 되지 않고 게임 같다는 의견이 많다. 직접 차를 운전하는 것과 시뮬레이션으로 해보는 것에는 엄청난 차이가 존재하기 때문이다. 둘째로, 주행 시간을 정해놓은 정부 정책에 있다. 정책적으로 필수 주행 시간을 명시하고 있기 때문에, 운전자들은 이 주행시간을 반드시 이수하여야 한다. 따라서, 면허 학원에서 비용을 들여 굳이 시뮬레이션 프로그램을 도입, 설치할 필요성을 느끼지 못한다. 유류비나 자동차 유지비가 들더라도 현상태를 유지하려고 한다. 셋째로는, 과도한 설치 비용이다. 자동차 한 대의 시뮬레이터를 구성하려면, 여러 대의 모니터와 컴퓨터가 필요한데 중고차 한 대의 가격보다 비싸져 가격 경쟁력이 떨어진다. 하지만 컴퓨터 하드웨어 가격은 지속적으로 내려가고 있고, 운전 면허 연습에 필요한 유류비, 자동차 유지비, 인건비 등은 꾸준히 상승하고 있는 현실을 고려한다면, 운전 면허 시뮬레이터는 머지않아 가격 경쟁력을 갖게 될 것이다. 약간의 유지

보수로 반영구적으로 사용할 수 있고, 차종 변화에 따른 다양한 환경구축도 쉬워 더 경쟁력이 있다는 견해도 있다.

가장 문제가 될 만한 요소는 현실감 있는 시뮬레이션 구현이다. 운전 면허 시뮬레이션의 모델링 구현을 DEVS 시뮬레이션 모델을 사용하여 분석함으로써 앞으로 나올 운전 면허 시뮬레이션의 토대를 마련하고자 한다.

B. 운전 면허 시뮬레이션의 구조

본 장에서는 DEVS 방법론에 근거하여 시뮬레이션 모델링을 해본다. Zeigler에 의해 정립된 DEVS 방법론은 연속적인 시간상에서 발생하는 이산 사건을 처리하는 시스템을 시뮬레이션 하기 위해서, 이론적으로 정립된 모델링 방법론이다. 이는 모델의 구조와 행동을 시뮬레이션 수행으로부터 추상화시키기 위해 모델을 집합 이론적 방법으로 이용한 것으로, 시스템을 계층적(hierarchical)이고 모듈화(modular)된 형식으로 기술한다[5-7].

DEVS에서는 기본 (Basic) 모델과 결합 (Coupled) 모델을 정의한다. 기본 모델은 시스템의 동적인 특성을 표현하기 위한 모델이고, 결합 모델은 시스템의 구성 요소간의 상호 작용을 표현하기 위한 모델이다.

SES (System Entity Structure)는 계층적인 모델을 구성하고, 설계된 모델에 근거하여, 재사용을 위해 조직화하는 역할을 한다[2]. 그림 2는 운전 시뮬레이션 프로그래밍시 주의 깊게 나타내야할 주요 모듈 구조를 나타낸다. 그림 3은 그림 1

그림 2. PC시스템 주요 모듈 연결 구조

Fig. 2. Main PC module connecting structure.

의 운전 면허 시뮬레이션 모델을 SES 형식론을 사용하여 표현한 것이다.

시뮬레이션 모델을 구조화하여, 여러 모듈들의 입출력 관계와 상관관계를 정확하게 알 수 있다. 예를 들어, Hardware Device는 handle과 accelerator, gear로 구성되는데, 여기서 사용자의 입력이 발생하면, 그 결과를 프로그램에서 처리하고, View Device에 입력으로 값이 들어감으로써 사용자 화면에 출력되는 형식이다. 그림 4는 3D modeling을 세분화하여 참고할 사항을 나타낸 SES이다.

C. 모듈 구조 분석

시뮬레이션 모델을 바탕으로, 여러 모듈들의 상관 관계에 따른 요구들을 분석한다. 그림 5는 운전 면허 시뮬레이션을 구성하는 주요 엔진에 관한 그림이다.

그림 3. 운전 면허 시뮬레이션의 SES

Fig. 3. Driver license simulation of SES.

그림 4. 3D modeling의 세부적인 SES

Fig. 4. 3D modeling of the detailed SES.

그림 5. 주요 구성 엔진 다이어그램

Fig. 5. The main configuration engine diagram.

joystick을 이용하여 데이터의 입력이 발생하면, 시뮬레이션은 데이터 입력에 반응하여, 입력 값을 확인하게 된다. 입력 값에 따라, 오브젝트나 카메라의 위치 및 각도가 변화되며, 수치의 값도 변경된다. 변경된 값은 가상환경의 변화를 일으키며, 이 모든 것들이 가상의 카메라로 투영되어, 모니터에 출력되게 된다.

1) Hardware device

그림 3의 주요 구성 모듈 중 하나인 Hardware device 모듈은 크게 핵심적인 joystick과 button, View device, gear로 구성된다. joystick은 Logitech racing wheel G25를 사용한다. 이 device의 장점은 현실감을 높여 주기 위해서, 핸들이 진동 모터가 달려있고, 지형물과 충돌이 있을 때, 핸들이 진동하는 특성이 있다. 이 device를 사용하면 실제 차를 운전하는 듯 한 기분을 느낄 수 있다. 앞에서 언급한 현실감 증진을 위한 장치중 하나이다. Hardware device는 대부분 사용자가 직접적으로 조작할 수 있는 장치인데, gear, accelerator등을 조작하여, 컴퓨터에 변화값을 전달하게 된다. Handle의 경우, float 값 0을 기준으로 왼쪽으로 -1까지의 값이, 오른쪽으로 1까지의 값이, 핸들 조작으로 바뀌게 되면 컴퓨터로 전송되어, direction 함수가 이 값을 적절히 가공하여 방향을 정한다. View device는 사용자가 볼 수 있는 장치로써 LCD등으로 이루어져 있다. 하나의 화면만으로는 현실과 같은 운전하는 효과를 내기 어렵기 때문에, 여러 모니터를 연결하여 사방을 볼 수 있도록 한다. 이를 위해, 3D모델링으로 차를 만들고, 필요한 위치에 카메라 뷰어를 설치한다. 이들 카메라 뷰어를 통해 보여지는 화면이 각각의 모니터에 나오게 된다. 이렇게 장치를 구성하면, 현실에서 운전을 하는 효과를 얻을 수 있다. 여

기서, 카메라는 시뮬레이션을 만드는데 쓰이는 3D engine인 Panda3D에서 지원하는 것으로, 물체를 모델링하고 그 물체에 카메라를 위치시키면, 사용자의 시점을 지정할 수 있게 된다[8]. 예를 들어, 사람을 모델링하고, 모델링된 사람의 눈의 좌표에 카메라를 위치 시키면, 그 모델링된 사람의 시점에서 주위를 볼 수 있게 된다. 즉, 1인칭 시점으로 사물을 바라보는 것이 가능해진다. 이는 3D 게임 프로그래밍에 기초적인 기능 중에 한 요소로 가장 중요한 부분이다.

2) Collision

경계선이나 과속 방지턱과 같은 사물은 충돌 검출이 필요하다. 자동차의 바퀴가 경계선을 넘을 때 점수를 감점할 수 있도록 경계선을 Collision Detect 함수를 사용하여 구현한다. python의 여러 Collision Detect 함수 중에서 본 연구에서는 CollisionPolygon()를 사용하여 구현하였다[9]. 충돌시 score()함수에 값을 넘겨 적절하게 점수를 깎도록 한다.

3) Database

본 시뮬레이션의 중앙집중형 DB는 사용자의 정보를 입력받고, 코스 연습이 끝나면 점수를 저장한다. 합격 점수보다 낮을 경우에는 재도전을 하는 등, Feed-back을 할 수 있도록 한다.

4) Sound

게임 시뮬레이션의 경우, sound는 아주 중요한 요소이며, 실감 있는 몰입감을 느끼게 해준다. 운전 면허 시뮬레이션에서 sound요소는 자동차를 탔을 때 발생하는 시동음을 주된 음으로 사용하며, 게임을 표방하고 있기 때문에 경쾌한 게임 음악을 주로 사용한다.

5) 3D modeling

3D 시뮬레이션 게임인 만큼 3D모델링이 중요한 과제이다. 모델링이 필요한 작업은 3D 지도 코스 모델링, 사용자가 운전하는 차 모델링, 기타 주변 사물(나무 등)들이며, 3D MAX로 모델링하여 개발하였다[10]. 차는 1종 보통인 Truck과 2종 보통 면허에 사용하는 승합차로 나누어 구현할 필요가 있으며, 이 두 모델의 특성에 맞는 장치가 필요하다. 1종 Truck에는 클러치가 필요하고, 묵직한 느낌을 주어야한다. 이에 반해, 2종 승합차는 가볍고 운전하기 쉽게 모델링되어야한다. 주행 코스 지도는 전체 코스를 대상으로 하지 않고, 굴절 코스, T자 코스, S자 코스등 3개의 코스를 집중 구현하였다. 이 외에 나머지 코스들은 추후에 다시 모델링할 것이다.

Language	Python 2.4.4
Library	Panda3d 1.4 supported all
Device	Logitech Racing Wheel G25 (JoyStick)
operating system	window xp

그림 6. 개발 환경

Fig. 6. Development Environment.

6) Circumstance

주행 중 중요한 요소는 날씨이다. 비가 오거나 눈이 오면 지면에 노면 마찰력이 감소하기 때문에, 바퀴의 수막현상으로 미끄럼이 발생할 수 있고, 안개나 어두운 밤 같이 시야를 확보할 수 없는 경우도 생길 수 있다. 기타 여러 가지 돌발 상황이 존재한다. 따라서 운전자의 입장에서는 다양한 환경에서 운전 경험을 하는 것이 중요하다. 물리적 마찰력을 고려하여 프로그래밍하며, 날씨의 종류는 눈과 비, 우박, 안개등으로 설정을 한다.

날씨를 선택할 수 있게 하고, 운전 연습 주행 중 무작위적으로 날씨가 변하는 것으로 프로그래밍 한다.

IV. 시뮬레이션 결과

A. 시뮬레이션 환경

시뮬레이션 환경은 그림 6과 같다. 우선 그래픽 작업 중 2D 이미지 작업을 위해 Photoshop 7.0을 사용 했으며, 3D 오브젝트 작업을 위해 3dmax7.0을 사용하였다. 개발 언어는 python 2.4.4를 사용하였는데, python은 interpret 방식의 고수준 언어로 무료로 사용이 가능하다. 또한, 운영체제에 독립적이어서, 어떤 운영체제에서도 사용이 가능하다. 최신의 Linux에선 python이 기본으로 탑재되어 있다. 동적인 데이터 타입결정으로 데이터 타입에 얽매이지 않는 프로그램 코드를 작성할 수 있다. 3D 그래픽 및 시뮬레이션을 수행하기 위해 python 환경에서 동작하는 Panda3D 3D engine 을 사용하였다.

B. 시뮬레이션 결과

1) Main 메뉴 (그림 7)

〈Main Menu 화면〉

그림 7. 메인 메뉴 화면

Fig. 7. Main menu screen.

그림 8. Help 화면

Fig. 8. Help screen.

:: Main Menu 좌측에 위치한 세부메뉴의 항목을 마우스로 클릭하면 각 해당화면으로 이동한다.

① START- 코스 선택 화면으로 이동

② HELP- 프로그램에 대한 설명과 조작법에 대한 설명

③ QUIT- 프로그램 종료

:: 사용자가 프로그램을 수행하는데 있어서 기본적으로 알아야 하는 사항을 알려준다. 프로그램을 소개하고, 플레이 방식과 지켜야 할 사항을 적어 두었다 (그림 8).

2) 코스연습 (Play Course)

:: 코스를 선택하면 자신이 선택한 코스에 관한 play 화면이 나타난다. 코스가 실행된 후 바로 빠져나오고자 할때에

는 Esc키를 눌러서 다음과 같은 화면(그림 9)이 나오면 Select Course를 선택하여 <코스선택 화면>을 불러온다.

:: 진행방법은 아래와 같다.

- ① 핸들과 엑셀을 사용하기 위한 자세를 잡는다.
- ② 엑셀을 밟아 차를 움직이도록 한다. 엑셀을 밟고 있으면 속력이 증가하며 엑셀에서 밟을 때면 속력은 감소한다.
- ③ 핸들을 이용하여 자동차의 움직이는 방향을 조작한다.
- ④ 운전 중 안전선을 넘게 되면 경보음이 울리며, 우측상단의 초록색 신호등이 주황색, 붉은색 순으로 점등되며 붉은색에서 한 번 더 선을 넘으면주행이 종료 된다.
- ⑤ 운전 중 안전선에 대한 확인은 자신이 보고있는 시선을 움직여 확인할 수 있다.
- ⑥ 카메라는 핸들에 달린 4개의 버튼으로 상하좌우를 조절할 수 있다.
- ⑦ 코스를 수행하지 못했거나, 코스를 완주 했을 경우에는 다시 코스를 선택할 것인지, 반복할것인지에 관해 묻는 화면이 나온다. 사용자는 해당사항을 선택한다.

그림 10과 그림 11 같이 몇몇 주요한 코스만을 구현하였다. 운전 코스를 모두 구현하지 못했으며, 전체적인 코스 구현은 차후에 진행할계획이다.

V. 결론 및 향후과제

본 운전 면허 시뮬레이션 프로그램은 운전면허를 취득할 때 발생하는 오랜 대기시간을 해소하고, 운전 연습자들이 보다 안전한 상태에서 운전에 대한 숙련도를 미리 높일 수 있도록 하기 위해 개발되었다. 운전면허 코스에 대한 적응력을 높이기 위해서, 주요 코스에 대한 기본 틀을 프로그램에 삽입하였다. 굴절, T자, S자 구간을 기초로 하여 자유코스로 이르기까지의 과정을 통해 운전에 대한 감각을 익힐 수 있다. 이는 운전연습자, 초보운전자 등에 적용할 수 있다. 실제와 비슷한 운전을 위해서 Logitech에서 제공하는Logitech Racing Wheel 25를 사용하여, 운전자의 촉각적 감각과 몰입감을 높이려 하였다. 개발을 위한 언어로는 python을 사용하였으며 3D오브젝트 모델링은 3Dmax, 시뮬레이션 동작을 위한 3D engine 으로는 panda3D를 사용 하였다.

미래사회는 편리성, 안전성, 현실감등에 더 가치를 두게 될 것이다. 현실세계와 유사한 환경을 제공함으로써 사용자가 편리하고 쉽게 현실과 비슷한 체험을 할 수 있게 하고, 현실세계의 한정된 사항을 실제와 유사한 상황으로 대체하여 효율성과 안전성을 증대시킬 수 있다. 운전시뮬레이션은 시

그림 9. 코스 주행 중 Menu
Fig. 9. Menu of courses run.

그림 10. 굴절코스
Fig. 10. Refraction Course.

그림 11. T자 코스
Fig. 11. T course .

간과 공간의 제약 사항을 뛰어넘어, 보다 안전하고 효과적으로 교육할 수 있게 함으로써, 운전 면허 취득에 필요한 시간과 비용을 줄일 수 있다. 부가적으로 운전을 처음 접해보는 사람들에게 심리적으로 여유를 갖게 하는 효과도 있다.

본 연구 수행을 위해 파이썬과 같은 고급 언어의 사용과 모델링을 위한 여러 툴등이 사용되었으며, 컴퓨터공학에서 교육하고 있는 프로그래밍 언어를 활용하여 실제적인 문제(시뮬레이션 모델링)에 적용해 보는 기회를 갖게 되었다. 또한, 운전 연습 시뮬레이터 구현을 위해서 여러 종류의 하드웨어 디바이스들을 조합하고, 하드웨어에서 피드백되는 데이터를 바탕으로 시뮬레이션 모델이 계산을 수행하게 하는 과정을 통해서 하드웨어/소프트웨어 통합(integration)에 관한 노하우를 얻을 수 있었다.

향후 구현되지 않은 운전 코스를 추가하여 좀더 완성도를 높은 운전 면허 시뮬레이터 구현이 필요하다.

참고문헌

- [1] Y. Kang, *Game development techniques*, Seoul: Information Publishing Group, 2002.
- [2] B. P. Zeigler, H. Prahofer, and T. G. Kim, *Theory of Modeling and Simulation Second Edition: Integrating Discrete Event and Continuous Complex Dynamic Systems*, 2nd ed. Academic Press, 2000.
- [3] J. H. Cho, D. C. Choi, S. C. Yoo, and W. S. Lee, "PC-Based Real-time Driving Simulation," *The Korea Society For Simulation '2000 Fall Conference Papers'*, pp. 192-197, 2000.
- [4] Y. J. Lee, "Missile flight test system simulator," *Defense Science & Technology Plus*, vol. 15, 2005.
- [5] H. S. Seo and T. H. Cho, "An application of blackboard architecture for the coordination among the security systems," *Simulation Modelling Practice and Theory*, vol. 11, no. 3-4, pp. 269-284, Jul. 2003.
- [6] H. S. Seo and T. H. Cho, "Simulation Model Design of Security System based on Policy-Based Framework," *Simulation Transactions of The Society for Modeling and Simulation International*, vol. 79, no. 9, pp. 515-527, Sep. 2003.
- [7] H. S. Seo, "Network security agent DEVS simulation modeling," *Simulation Modelling Practice and Theory*, vol. 14, no. 5, pp. 481-492, Jul. 2006.
- [8] Free open source game and simulation engine developed by Disney and maintained by Carnegie Mellon University's Entertainment Technology Center [internet]. Available: <http://www.panda3d.org/>.
- [9] G. S. Lee, *Python*, 2th ed. Bucheon: Freelec, 2005.
- [10] H. W. Nam, *3DS MAX Design*. Seoul: Information Publishing Group, 2006.

원 지 운 (Ji-Woon Won)

2008년 3월 : 한국기술교육대학교 컴퓨터공학과 학사, 2011년 8월 : 한국기술교육대학교 컴퓨터공학과 석사.
〈관심분야〉 임베디드 프로세서

홍 진 표 (Jinpyo Hong)

1992년 2월 : 경북대학교 컴퓨터공학과 학사, 1994년 2월 : 경북대학교 컴퓨터공학과 석사
1994년 3월 ~ 1997년 8월 : 한국전력 전력연구원, 2002년 8월 : Louisiana State Univ. 전기컴퓨터공학과 박사
2002년 9월 ~ 2004년 8월 : Louisiana State Univ. 전기컴퓨터공학과 Research Fellow
2004년 9월 ~ 2006년 8월 : Univ. of Memphis 전기컴퓨터공학과 조교수
2006년 9월 ~ 현재 : 한국기술교육대학교 컴퓨터공학부 재직
〈관심분야〉 임베디드 시스템, 컴파일러 최적화, 컴퓨터 구조