

재활치료를 위한 VR 휠체어 시뮬레이션

김진우[○] 서강원 정성환

창원대학교 컴퓨터공학과

jinwoo700@gmail.com, rkddnjs723@gmail.com

VR Wheelchair Simulation for Rehabilitation Therapy

Jin-woo Kim[○], Kang-won Seo, Sung-hwan Jung

Dept. of Computer Engineering, Changwon National University

요 약

정상인도 장애를 입게 되면 경우에 따라 휠체어를 사용해야만 한다. 휠체어는 발전했지만, 여전히 조작하기에는 어려움이 따른다. 가상현실의 장점 중 하나인 현실적인 체험을 통하여 휠체어의 조작 방식을 안전하게 익힐 수 있다. 이와 같은 VR 휠체어 시뮬레이션을 통해 재활치료에 도움을 줄 수 있다. 기본적인 휠체어의 조작 방식을 토대로 한 컨트롤러 조작과 현실에서 마주할 수 있는 코스인 경사로와 좁은 문, 과속 방지턱 통과 스테이지를 통해 사용자는 휠체어의 조작 방식을 가상으로 익히고 현실에서 활용할 수 있다.

1. 서론

재활치료란 장애를 안게 된 사람은 건강한 생활을 유지하도록, 장애가 없더라도 삶의 질이 떨어졌을 때 이를 회복시키는 모든 치료행위를 뜻한다. 또한 본래 가지고 있는 최적의 신체적, 감각적, 지능적, 심리적, 사회적 수준을 회복하는 것을 목적으로 한다.

우리는 살아가면서 급작스럽게 사고를 당할 수 있다. 만약 휠체어를 타야 하는 상황이 온다면 평상시 휠체어 조작 방식을 생각하지 않았을 경우, 재활치료는 힘든 과정이 될 것이다.

실제로 휠체어를 경험하지 않은 대학생들 대상으로 캠퍼스 환경에서 주행 능력을 평가한 논문에서는 경사로를 지나가는 것에 모든 참가자가 첫 시도에서 통과하지 못했고 3주간 주 3일 1일 60분씩 연습을 거친 이후에는 모든 참가자가 통과할 수 있었다는 내용이 있다 [1]. 실제와 유사한 환경에서 유사한 조작 방식을 가지는 휠체어를 가상으로 경험이 가능하다면 현실에서 휠체어를 가지고 연습하지 않더라도 충분히 휠체어 조작 능력을 키울 수 있다고 판단하였다. 따라서 가상환경에서 휠체어를 경험한다면, 실제 휠체어 조작이 가능하기에 본 연구를 진행하게 되었다.

2. 관련 연구 및 배경 지식

2.1. 관련 연구

2.1.1. Power Mobility Road Test VR Simulation

PMRT VRSim은 가상 환경에서 동력 이동성 주행 평가 도구인 PMRT의 작업을 통합하여 가상 동력 이동성 주행 평가 및 훈련을 용이하게 하는 전동 휠체어 구동 시뮬레이터이다.

본 연구의 장기 목표는 실제 운전 평가에서 양호한 수준의 타당성을 가진 시뮬레이터를 개발하는 것이며, 다양한 수준의 임상 경험을 가진 임상 의사가 서로 다른 인터페이스와 함께 사용할 때 신뢰할 수 있다[2]. [그림 1]에서 볼 수 있듯이 롤러를 사용할 수 있으며 PC 스크린과 가상현실 기기를 사용할 수 있다.

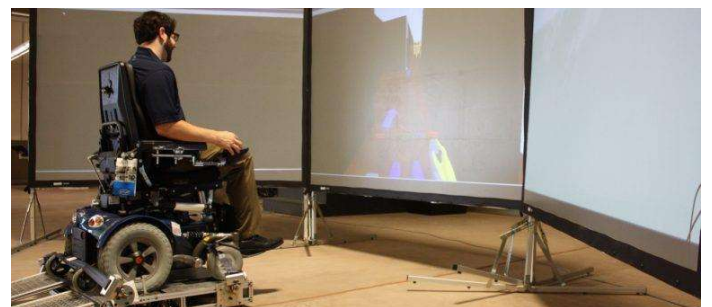


그림 1. PMRT VRSim

2.1.2. Wheelchair Trainer

척추 부상이나 마비를 겪는 사람들에게 퇴원은 회복 과정의 완성이 아니라 시작인 경우가 많다. 휠체어 기술은 크게 발전했지만, 여전히 크고, 거추장스럽고, 숙달하기 까다롭다. Christchurch company의 Stickmen Media에서 개발한 “Virtual Reality Wheelchair

Trainer”는 환자들이 병원을 떠나기 전에 가상현실에서 휠체어를 조종하는 방법을 배울 수 있게 해준다[3].



그림 2 Wheelchair Trainer

2.2. 배경 지식

2.2.1. 가상현실(VR)

가상현실은 컴퓨터 등을 사용한 인공적인 기술로 만들어진 실제와 유사하지만, 실제가 아닌 어떤 특정한 환경이나 상황 혹은 그 기술 자체를 의미한다. 쉽게 떠올릴 수 있는 가상현실 시스템의 예로는 비행 훈련 시뮬레이션과 3D로 표현되었으며 사용자의 의지가 반영될 수 있는 세컨드 라이프와 같은 게임이 있다. 증강현실/가상현실 시장은 이미 수십억 달러 규모의 시장으로 자리 잡고 있다[4].

2.2.2. Unity

Unity는 3D 및 2D 비디오 게임의 개발 환경을 제공하는 게임 엔진이자 3D 애니메이션과 건축 시각화, 가상현실(VR) 등 인터랙티브 콘텐츠 제작을 위한 통합 저작 도구이다[5].

2.2.3. HTC VIVE

HTC와 밸브 코퍼레이션이 개발한 가상현실 헤드셋의 하나로, 2016년 4월 5일 출시되었다. 이 헤드셋은 룸스케일 기술을 활용하여 센서를 통해 방을 3차원 공간으로 변화시켜 주도록 설계되어 있으며, 가상현실을 통해 사용자가 자연스럽게 탐험할 수 있고 걸을 수도 있으며 모션 추적 핸드헬드 컨트롤러를 사용하여 생생하게 물체를 조작하고, 정확도 있게 상호작용하며 통신하며 에워싸는 듯한 환경을 경험할 수 있다[6].



그림 3 HTC VIVE

3. VR 휠체어 시뮬레이션

3.1. 개발 환경

개발 환경은 [표 1], 헤드셋 및 Controller의 사양은 [표 2], [표 3]에 각각 나타나있다.

표 1 개발 언어 및 환경

OS	Windows 10 64bit
CPU	Intel i5 6600 / Intel i5 7200U
RAM	8GB
GPU	GTX 1050 / GTX 960
TOOL	Unity 2018.1.6., Github, SteamVR
LANGUAGE	C#

표 2 VIVE 헤드셋 사양

스크린	듀얼 아몰레드 3.6" diagonal
해상도	1080 x 1200 pixels per eye (2160 x 1200 pixels combined)
Refreshrate	90 Hz
시야각	110 degrees
센서	스텝VR트래킹, G-센서, 자이로스코프, 근접센서
연결	HDMI, USB2.0, Stereo 3.5 mm headphone jack, Power, Bluetooth
Input	통합 마이크로폰
초점조절	시간거리 및 렌즈와 눈 사이 거리 조절

표 3 VIVE Controller 사양

센서	스팀VR트래킹
Input	다기능 트랙패드, 그립버튼, 듀얼-스태이지 트리거, 시스템 버튼, 메뉴 버튼
충전 시 사용시간	약 6시간
연결	마이크로USB충전포트

3.2. 전체 개념도

전체 개념도는 [그림4] 와 같이 VIVE 기기와 Unity 엔진으로 나뉘게 된다. Unity 엔진은 SteamVR 에셋을 통하여 VIVE 컨트롤러의 상태와 위치 데이터를 받을 수 있다.

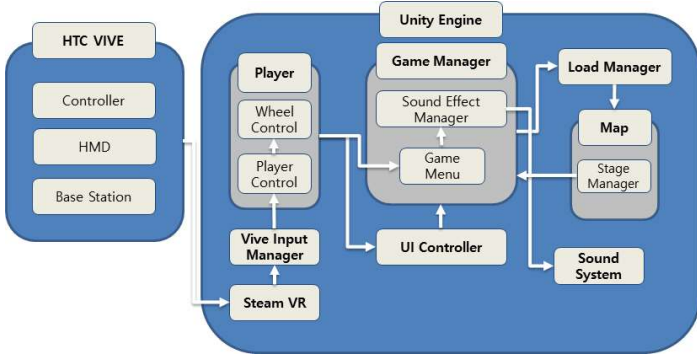


그림 4 시스템 구성도

해당 프로그램에서는 ViveInputManager에서 SteamVR에 접근하여 컨트롤러의 위치 데이터와 버튼의 상태에 따른 동작을 제어한다.

Player는 ViveInputManager의 제어에 따라서 바퀴의 움직임을 WheelControl로 제어하고 UI와 GameMenu를 조작한다. UI와 GameMenu는 GameManager를 통하여 선택된 맵을 불러올 수 있다. 또한 SoundSystem은 GameMenu의 사운드 슬라이더에 관찰자를 등록하여 사용자가 슬라이더의 값을 변경하는 즉시 해당하는 음량을 조절할 수 있다.

4. VR 휠제어 시스템 구현

전체 개념도에서 볼 수 있듯이 해당 프로그램은 크게 3가지 부분으로 나뉘어 동작한다.

먼저 휠제어 동작 부분에서는 사용자가 컨트롤러를 조작하여 휠제어의 움직임을 조작하는 과정의 동작을 보여주고 있다.

다음으로 사운드 제어 부분에서 사용자는 GameMenu를 플레이 도중 호출하여 컨트롤러의 진동을 조작하거나 배경음과 효과음의 볼륨을 조절할 수 있고 메인 메뉴로 돌아갈 수 있다. 볼륨을 조작할 때 관찰자를 호출하게 되고 해당 관찰자는 전해 받은 이벤트에 따라 내부 동작을 수행하게 된다.

마지막으로 Scene 관리 부분이 있다. 해당 동작은 프로그램 내 스테이지 선택을 포함하여 다양한 Scene을 이동할 때 사용되며, Loading 화면을 통하여 사용자에게 시각적으로 프로그램이 시작 준비 중이라는 것을 확인시킬 수 있다.

4.1. 휠제어 동작 부분

휠제어의 동작은 크게 두 부분으로 나눌 수 있다. VIVE 컨트롤러에서 상태를 받아 판단하는 부분과 그 결과를 통해 바퀴에 힘을 전달하는 부분이다.

VIVE 컨트롤러에서 상태를 받아 판단하는 부분은 [그림 5]를 따른다.

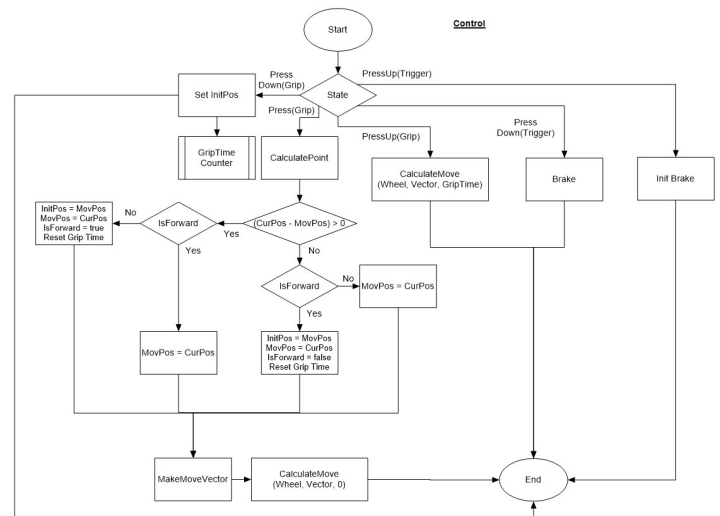


그림 5 VIVE 컨트롤러 상태 판단 블록도

Grip 버튼을 누른 직후, 누르고 있을 때, Grip 버튼을 놓았을 때와 Trigger 버튼을 누르고 있을 때, 버튼을 놓았을 때 5가지로 구분된다.

Grip 버튼을 누른 직후 컨트롤러의 위치는 초기 점과 이동점에 저장된다. 그리고 Grip 시간 측정을 시작한다.

Grip 버튼을 누르고 있을 때 컨트롤러의 위치와 이동점의 위치를 비교하여 현재 상태가 전진 중인지 후진 중인지 판단을 하며 결과에 따라 이동점 또는 초기 점을 변경한다. 이후 초기 점과 이동점을 연산하여 생성된 벡터 값을 사용하여 바퀴에 힘을 할당한다.

Grip 버튼을 눌렀을 때에는 측정된 Grip 시간을 사용하여 이동 시간을 반비례 하게 증가시킬 수 있다. Trigger를 누르면 Brake Torque를 설정하고 놓으면 해제한다.

두 번째 부분으로 바퀴에 힘을 전달하는 함수는 [그림 6]을 따른다.

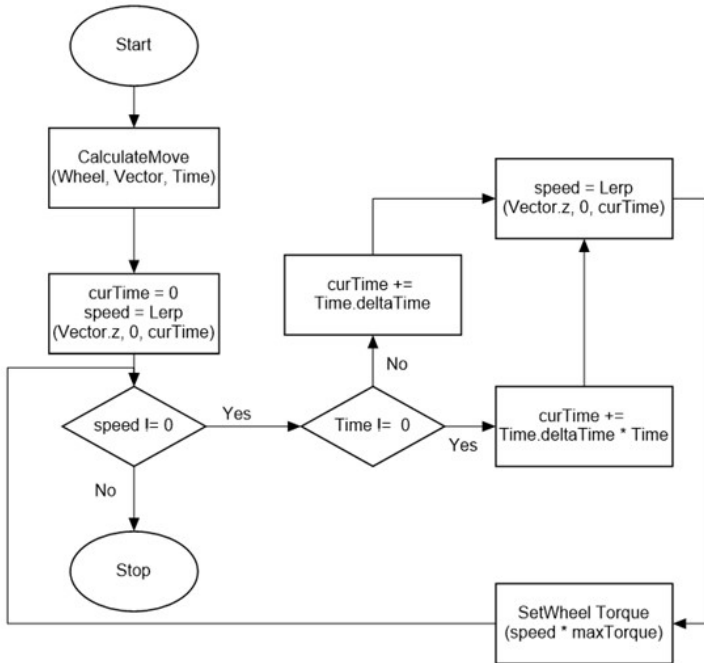


그림 6 Torque 할당 부분

해당 함수는 매개변수로 넘겨지는 Time 값에 따라 동작이 달라진다. Time이 0인 경우, 시간 값에 이전 프레임과의 시간차만을 더해 속도를 0으로 보간 하고, 0 이 아닌 경우, 시간 값에 이전 프레임과의 시간차와 Grip 시간을 연산한 값을 더해가며 속도를 0으로 보간 한다.

4.2. 사운드 제어 부분

[그림 7]은 사운드를 관리하는 방법을 나타내는 블록도이다. 관찰자 패턴을 사용하여 이벤트가 발생하면 등록된 관찰자들의 OnNotify를 호출하여 이벤트가 발생했음을 알려준다.

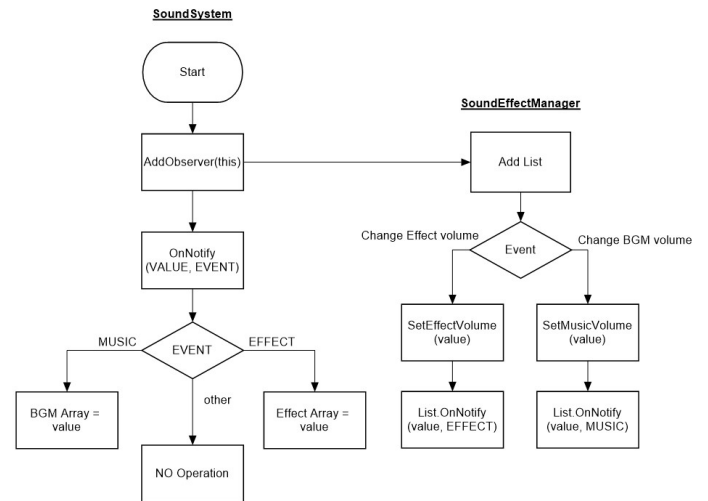


그림 7 사운드 관리 블록도

SoundSystem은 관찰자로서 SoundEventManager가 [그림 8]에서 보이는 볼륨 슬라이더에 변화를 감지하여 보내주는 OnNotify를 통해 해당하는 AudioClip의 볼륨을 조절하게 된다.

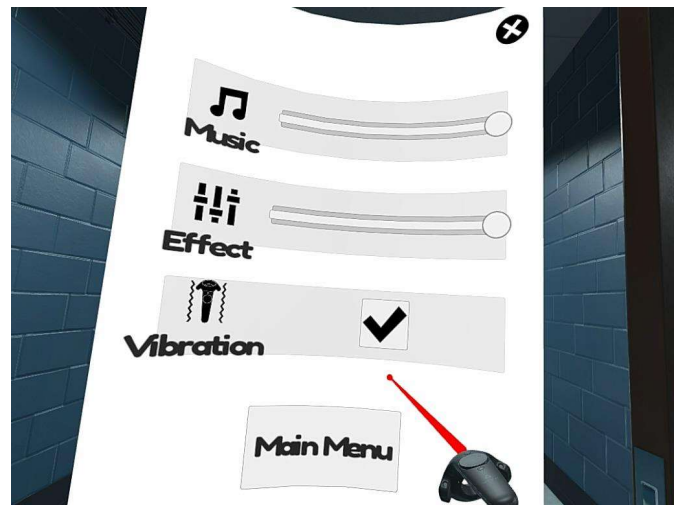


그림 8 Game Menu

4.3. Scene 관리 부분

Scene의 전환은 Loading 화면을 거쳐 수행된다. Loading Scene은 오직 GameManager에서 호출되며 Scene의 전환을 위해 이동하고자 하는 Scene의 이름을 매개변수로 넘겨주어 동작한다. Loading Scene에서는 비동기 방식으로 다음 Scene을 불러오게 되며 사용자가 이를 알 수 있도록 시각적으로 나타낸다.

[그림 9]부터 [그림 11]은 해당 프로그램에서 구현된 스테이지의 일부분이다. 현실에서 휠체어를 운전 중 쉽

게 마주할 수 있는 환경을 선정하여 경사로와 과속방지턱을 구현하였다.

오르막길은 장애인, 노인, 임산부들의 편의 증진 보장 에 관한 법률 시행규칙을 토대로 하여 기울기는 1/12, 유효 폭은 3m로 설계하였다. 기준대로라면 0.75m 이내 마다 휴식할 수 있도록 수평면이 된 참을 설치해야 하 며 추후 수정을 진행할 예정이다.

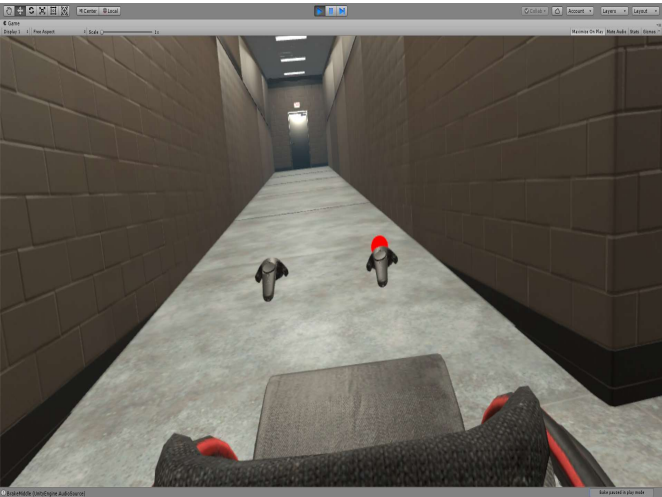


그림 9 오르막길

내리막길은 기울기가 1/6로 장애인 경사로가 아닌 일 반적인 도로나 주차장에서의 기울기를 나타냈다. 필요하 다면 장애인 경사로가 아니더라도 지나가야 할 수 있기 때문에 이에 대한 훈련 또한 필요하다고 생각하여 설계 하였다.



그림 10 내리막길

내리막길에서의 상황과 마찬가지로 일반적인 인도에 서 과속방지턱을 만나게 될 상황은 없지만, 정비가 제대 로 되지 않은 인도로 인해 차도로 내려가야 하는 경우

가 생긴다고 하여 제작하였다.

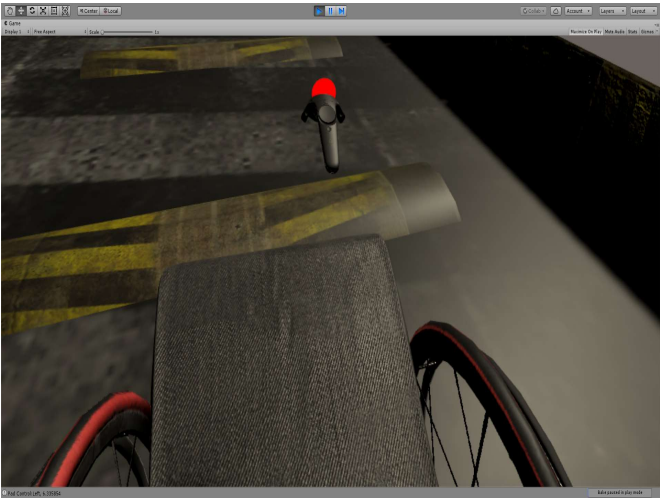


그림 11 과속방지턱

4.4. 테스트

테스트는 실제 전동휠체어 10년차 사용자의 동의를 구하여 진행되었다. 프로그램의 체험 이후 간단한 설문 조사를 통하여 실제 휠체어 운전 시 불편한 점, 유사성 정도, 개선되거나 추가되었으면 하는 점에 대한 피드백 을 [표 4]에 요약하였고, [그림 12]는 해당 인터뷰 장 면을 촬영한 것이다.

표 4 인터뷰 항목 및 답변

실생활에서 불편한 점	노면 상태 불안정하여 조 작 불편
	휠체어 고려하지 않은 경 사로 설계
휠체어와 프로그램 유사성	자신의 전동 휠체어와 거 의 유사함
	두 개의 컨트롤러 사용이 주된 차이점
개선되었으면 하는 점	시간, 충돌 횟수 기록
	다양한 환경



그림 12 휠체어 사용자와 인터뷰

5. 결론

본 연구는 가상현실 기술을 이용한 휠체어 시뮬레이션을 개발한 연구이다. 사고로 인해 휠체어를 타야 하는 사람들 또는 사고 이전에 휠체어의 사용법을 익히고자 하는 사람들을 대상으로 생각하고 제작했다. 양손으로 컨트롤러의 조작이 가능하며 팔을 움직이는 데 불편함이 없어야 제대로 된 플레이가 가능하다. 이러한 점이 일부 장애인들에 대한 역차별이 가능하다는 문제점이 제기되어 보다 다양한 방식의 조작 방식이 필요하다는 생각이 들게 되었다.

추후 업데이트를 통하여 전통 휠체어 모드에서의 조작 방식을 한 손으로도 가능하도록 수정하며 충돌 횟수와 완료 시간을 알려주는 방식으로 자신의 실력 향상을 느낄 수 있도록 구현하는 것을 일차 목표로 삼고 실제 휠체어 운전에서 느낄 수 있는 ‘고르지 않은 노면’을 구현하는 것을 이차 목표로 가지게 되었다.

참고문헌

- [1] 공진용, 조재덕. 휠체어 조작기술 훈련 프로그램(WSTP)이 캠퍼스 환경 내 휠체어 조작 기술 향상에 미치는 영향. 특수교육재활과학연구, vol.49, no.4, pp.139-158, 2010.
- [2] PMRT VRsim 연구원 개인 사이트 - <http://deepankamaraj.com/vrsim/> 2019.05.19.
- [3] Wheelchair Trainer 소개 -

<https://www.stuff.co.nz/the-press/business/69313135/null> 2019.05.19.

[4] 위키백과-가상현실

<https://ko.wikipedia.org/wiki/가상현실> 2019.05.30.

[5] 위키백과-Unity

[https://ko.wikipedia.org/wiki/유니티_\(게임_엔진\)](https://ko.wikipedia.org/wiki/유니티_(게임_엔진))

2019.05.30.

[6] 위키백과-HTC VIVE

https://ko.wikipedia.org/wiki/HTC_바이브 2019.05.30.

[7] 경사로의 기울기 관련 -

<https://m.blog.naver.com/PostView.nhn?blogId=209jini&logNo=150026072262&proxyReferer=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F> 2019.06.13