

가상 카메라 조작을 위한 햅틱 인터페이스에 개발에 관한 연구

A Study on Haptic Device for Virtual Camera Control

최원석

한국과학기술원 산업디자인학과

이주연

한국과학기술원 산업디자인학과

임창영

한국과학기술원 산업디자인학과

Choi, Won-Seok

Dept. of Industrial Design, KAIST

Lee, Ju-Youn

Dept. of Industrial Design, KAIST

Lim, Chang-Young

Dept. of Industrial Design, KAIST

• Key words: Haptic, Interface, Virtual Reality, Camera, Control, Studio

1. 서론

가상 스튜디오 기술은 실제 세트로는 구현할 수 없는 환상적인 다양한 장면을 연출할 수 있는 장점으로 인하여 방송 및 영상물 제작에 효과적으로 사용될 수 있다.

현재 컴퓨터 그래픽에 의해 생성된 가상 배경과 가상 개체의 시점을 조정하기 위한 가상 카메라의 조작은 마우스와 같은 일반적인 입력장치를 통해 이루어지고 있다. 그러나 이러한 입력장치의 사용은 직관적이지 않고 실제감이 없어 자연스럽게 정교한 가상 카메라의 조작이 용이하지 않다.

본 연구에서는 이러한 가상 스튜디오 등에서 쓰일 수 있는 가상 카메라 조정을 위한 새로운 형태의 햅틱 디바이스 인터페이스를 개발하는 것을 그 목표로 한다.

2. 촉각과 햅틱 피드백

'햅틱'은 단순히 일반적인 촉각뿐 아니라 촉각이 인터페이스 요소로 사용될 때 널리 쓰이는 용어이며 '실제감', 또는 '체감' 등의 광범위한 감각을 포함할 수 있다. 이러한 '햅틱'의 개념을 따라 힘감, 피부자극, 운동감 등의 다양한 촉각적 자극으로 전해지는 피드백을 '햅틱 피드백(Haptic Feedback)'이란 용어로 표현하도록 하겠다.

[표 1] 햅틱 피드백의 분류

피드백의 종류	전달되는 정보 및 특징
역학적 (force)	신체표면에 가해지는 힘, 물체를 잡을 때의 유연성이나 무게
촉각 (tactile)	물체 표면의 기하학적 형태, 구김, 온도, 미끌거리는 정도
근감각 (kinesthetic)	근육, 힘줄, 관절에 분포한 말초감각기관을 통한 근감각
수용감각 (proprioception)	신경조직, 내이 등 신체 안에서 무의식적인 운동감과 공간감
공간적 (vestibular)	머리의 위치, 가속, 감속의 지각
피부감각 (cutaneous)	감각기관으로서의 피부가 느끼는 압력, 온도, 고통

1900년대 이후 여러 종류의 햅틱 피드백을 구현할 수 있는 장치들이 기계공학·전자공학·전산학·HCI 등 여러 분야에서 이루어지고, 햅틱 피드백 기술을 응용한 다양한 제품들을 만드는 기업들도 번성하고 있다. 촉각의 분류에 따라 햅틱 피

드백의 종류는 크게 역학적 피드백(Force Feedback)과 촉각 피드백(Tactile Feedback) 이 두 가지로 나눌 수 있다.

또한 촉각을 통해 신체 내부를 자극하는 피드백도 존재한다. 근감각 피드백(Kinesthetic Feedback)은 근육, 힘줄 관절에 분포한 말초감각기관을 통해 전해지는 움직임에 대한 자극이며, 신경조직·내이(內耳) 등의 신체 안에서 무의식적인 운동감과 공간감을 인지할 수 있는 신체내부에서 느껴지는 수용감각 피드백(Proprioception Feedback) 또한 햅틱 피드백의 일종이라 할 수 있다.

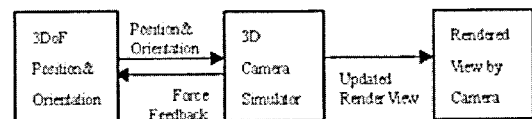
3. 가상 스튜디오 시스템

현재 가상현실 기술을 방송, 영상물 제작에 적용 그 실효성을 인정받고 있는 가상 스튜디오 기술은 카메라로 촬영된 실제 영상과 컴퓨터 그래픽에 의해 생성된 가상 배경 및 가상 개체를 자연스럽게 그리고 동적으로 합성함으로써 실제 촬영된 인물이나 물체가 마치 가상의 세계에 존재하는 것처럼 시청자에게 보여 지도록 하는 기술이다.

4. Virtual Camera Control System

4-1. System Overview

가상카메라 컨트롤 디바이스의 프로토타입은 Open GL 3D Graphics Accelerator, DirectX가 지원되는 PC상에서 3DoF 입력과 출력을 제공하는 햅틱 디바이스를 이용하여 구현된다.



[그림 1] System Architecture of Virtual Camera Control System

4-2. User Interface

Virtual Camera System에 서 쓰이는 여러 가지 카메라 기법들 중 가장 유용하게 쓰이는 기법들을 주요 기능요소로 뽑아보았다.

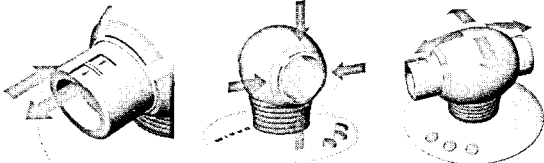
- Zoom in & out : 카메라 렌즈만을 이용하여 피사체에게 다가서거나 멀어지는 것. 카메라 렌즈가 피사체에게 다가서는 것은 줌 인(zoom in). 반대는 줌 아웃 (zoom out).
- Truck : 렌즈의 중심축에 직각인 면 기준으로 상하좌우 직선이동. 이동차를 이용해 찍는 것. 본래의 뜻은 카메라의 움직임을 부드럽게 하기 위한 선로의 설치를 의미한다. 오늘날

은 카메라를 손으로 쥐고 부드럽게 움직이며 찍는 shot까지 Trucking shot의 일종으로 간주한다.

• Pan : 카메라 렌즈 중심축에 직각인 두 개의 축을 기준으로 회전. 파노라마의 줄임말로 카메라를 수평으로 좌에서 우, 또는 우에서 좌로 움직이는 것을 말한다

이들 기능요소들을 해결하기 위한 가상 카메라 햅틱 인터랙션 요소들은 다음과 같다.

- Zoom in & out: 렌즈의 중심축 기준 전후 이동
- Truck: 렌즈의 중심축에 직각인 면 기준 상하좌우 직선이동
- Pan: 카메라 렌즈 중심축에 직각인 두 개의 축을 기준으로 회전

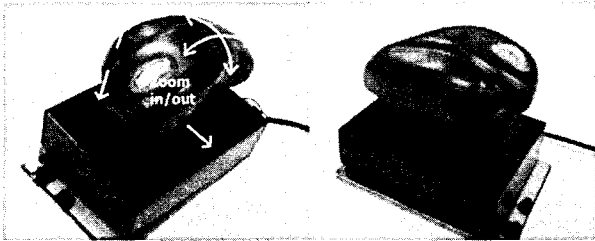


[그림 2] Zoom in & out, Truck, Pan Interface

4-3. Device Structure

가상카메라 컨트롤을 햅틱 디바이스의 형태는 손에 쥐기 쉬운 마우스와 조이스틱의 형태를 기초로 했다.

3DoF 햅틱 디바이스는 4개의 상/좌우Trucking방향버튼과 1개의 확대/축소 휠, 1개의 2D Panning 축으로 구성되어 있다.



[그림 3] 가상카메라 햅틱 디바이스 프로토타입

4.4. Virtual Camera Motion Filtering, Tactile Feedback

카메라의 조작이 직관적이며 자연스러워야 사용자가 작업을 수행하는데 있어서 방해받지 않고 집중할 수 있다. 따라서 자연스러운 인터랙션과 현실적인 카메라 움직임 위해서는 카메라의 움직임을 물리적인 속성을 기반으로 모델링해야 한다.

• Filtering Parameter : 입력장치인 가상 카메라 컨트롤러와 모니터 상에서의 가상 카메라의 움직임 사이에는 시스템이 입력장치로부터 받아들이는 원 데이터(raw data)를 현실적인 움직임으로 필터링해주는 함수와 변수들이 필요하다. 이러한 수학적 함수는 주로 현실 세계를 메타포로 하며 다양한 현실 세계의 메타포들을 적용한 사례가 있다(Ware and Osborne 1990). 이러한 메타포들은 역학적 컨트롤 모델을 기반으로 하며 다양한 매개 변수들을 가진다. 그 변수들로는 질량(mass), 관성 텐서(inertia tensor), 점성 마찰력(viscous friction)이 있으며 변수들의 값의 조절을 통해 작업 상황에 맞는 현실감이 느껴지는 카메라 조작을 할 수 있다.

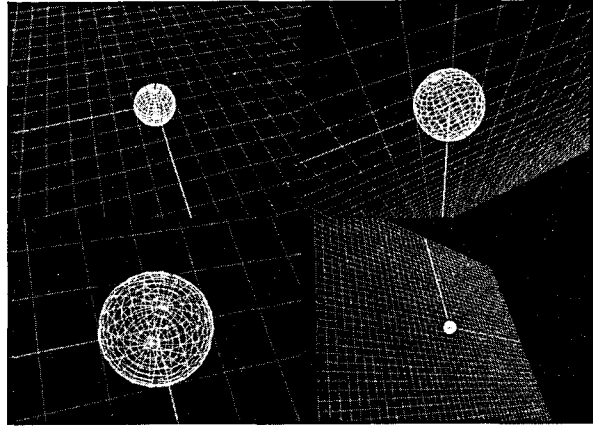
• Tactile Feedback : 질량, 관성 텐서 등의 매개변수들의 조절을 통해 카메라 조작 디바이스의 현실성을 증대시킴과 동시에 사용자의 조작에 있어서의 실수를 방지하고 편의성을 도모하기 위해 촉각적인 피드백을 이용한다. 각 조작행위(Zoom in & out, Pan, Truck)에 한계 값을 두고 사용자가 한계 값을 뛰어 넘는 조작을

했을 시에 촉각적인 피드백(진동)으로 이를 알려 오작동을 방지하도록 한다.

4.5. System Demonstration

3D Camera View Modeling Simulator는 OpenGL과 DirectX환경 하에서 Visual C++언어를 이용하여 개발되었다. 컨트롤 디바이스의 동작에 따라 카메라를 통해 보이는 화면이 상하좌우 이동되고, 회전되고, 확대/ 축소되는 것을 실시간으로 체크할 수 있다.

그림 4-4는 컨트롤 디바이스를 조절함에 따라 3D Camera View Modeling Simulator에서 보여 지는 화면들을 나타낸 것이다.



[그림 4] 3D Camera View Modeling Simulator

5. 결론

실체적인 카메라 컨트롤 모델의 개발은 인터랙티브한 가상 스튜디오 환경에서의 가상 카메라 조작을 쉽게 해준다. 이러한 컨트롤 디바이스의 개발에 있어서 현실 세계의 카메라 조작 방식은 가상 카메라 조작의 중요한 메타포가 될 것이다. 이러한 자연스러운 메타포를 이용한 직관적 조작방식과 촉각피드백을 바탕으로 한 가상 카메라 조작 디바이스는 사용자가 가상 카메라를 조작하는데 있어 직관적으로 이해할 수 있기 때문에 자연스럽게 익숙한 카메라 조작을 가능케 한다.

실체적인 카메라 조작 디바이스의 개발을 위해서는 추후 부가적인 연구가 이루어져야 하는데 현실감을 제공해주기 위해 진동을 이용한 촉각피드백 외에 힘감을 느낄 수 있는 역학적 피드백이 추가적으로 연구되어야 할 것이다. 또한 개발된 디바이스의 효용성 검증을 위한 실험과 분석이 이루어져야 한다.

참고문헌

- Burdea, G.CI, Force and touch feedback for virtual reality, John Wiley & Sons, Inc., 1996. pp.3-4
- TrueForce Technology Inc.(2003.8), About haptics and force feedback, Haptics & force feedback, p.1
- 김탄영, 촉각적 피드백 디자인 요소의 변화에 따른 감성 평가에 관한 연구, 한국과학기술원 산업디자인학과 석사학위논문, 2004, pp.18~19