
Force Feedback을 이용한 PC Game용 체감시트 개발

Development of Force Feedback Seat for PC-Game

최삼하, 김경식
호서대학교 게임공학과

Sam-Ha Choi(ThinkTank@paran.com), Kyung-Sik Kim(kskim@office.hoseo.ac.kr)
Dept. of Computer Engineering, in Graduate School of Hoseo University
Dept. of Computer Engineering in Hoseo University

요약

게임개발에 적용되는 여러 가지 첨단 기술 중에서 가상현실 분야는 게임월드에서 일어나는 다양한 게임 진행상황을 사실적으로 전달하는 효과적인 기술로 주목 받고 있다. 본 논문에서는 가상현실 구현 요소 기술 중에서 운동감재현 기술과 Force-Feedback 기술을 근간으로 하는 게임전용 인터페이스, 즉 게임 전용 컨트롤러에 대한 기술분석과 플랫폼별 게임컨트롤러의 장단점을 분석하였다. 이를 토대로 Force-Feedback 기술적용이 가장 미흡한 PC용 게임분야에 보다 범용적이고 효과적으로 그 기능을 사용자에게 전달할 수 있는 방법을 모색하였으며, 진동을 이용하여 이에 만족시킬 수 있는 Force-Feedback Seat 를 개발하였다.

■ 중심어 : | 체감형게임 | 진동 | 가상현실 | 사용자 인터페이스 |

Abstract

Among recent technologies that are applied to game development, virtual reality part is getting much attention for its technological effectiveness in transmitting game processing circumstances in variety that are happening in game world very realistically. In this study we analyze interface for game that is based on a action realization technology and force-feedback technology among technologies for developing virtual reality, in other words, technical analogy on game controller and the positive and negative sides of game controller for each platform. Based on that, more ordinary and effective way to deliver the functions to users in PC game field where application of force-feedback technology is least satisfied. And, Force-Feedback seat has been developed to satisfy the users' needs by using vibration.

■ keyword : | Reality Game | Game Interface | Force Feedback |

1. 서론

게임에서 게이머가 현장감 및 사실성을 느낄 수 있도록 해주는 요소는 여러 가지가 있다. 게임월드의 사실적인 표현 및 물리와 역학을 적절하게 이용한 게임엔진,

DTS 혹은 돌비디지털사운드 등을 사용하여 3D사운드를 제공하는 것과 같은 소프트웨어 적인 방법이 있으며, 게임인터페이스 및 컨트롤러를 사실적으로 구현하는 방법과 가상현실과 같은 환경을 구현해주는 하드웨어 적인 방법이 있다. 아케이드용 게임기에는 이미 오래전부

터 적용되어 게임의 사실성을 높여주어 사용자 하여금 사랑을 받아왔으며 플레이스테이션 시리즈나 X-BOX, Game-Cube와 같은 콘솔게임에서도 듀얼 쇼크(Dual Shock)와 같이 진동을 이용한 전용컨트롤러를 사용함으로써 소프트웨어 적인 방법의 한계를 극복하여 게이머가 느끼는 현장감을 극대화 시키고 있다.

이러한 “진동”을 통해 게임의 현장감을 극대화시키는 방법을 PC용 게임은 물론이고 콘솔게임에서 전신으로 그 느낌이 전달될 수 있는 장치를 구현해보는 것이 이 개발의 목표라고 할 수 있다. 본 연구에서는 가상현실이론을 바탕으로 게임의 몰입도를 증가시켜 줄 수 있는 게임주변기기를 제조하는 것이며, 기존의 출시된 의자 형태의 게임주변기들이 대부분 음향의 일정주파수를 감지하여 촉감을 전달해주는 방식에서 벗어나 게임내부에 미리 연출된 상황에 따라 그 느낌을 진동으로 전달해주는 Force-Feedback 기능을 구현해주는 방식을 채택한다.

본 연구에서 아이템으로 개발한 “게임전용 진동의자”는 PC용 게임에 적용되는 Force-Feedback 장치로서 PC용 게임은 물론 콘솔게임에 적용되어 있는 체감전달 시스템의 데이터를 수신하여 게임을 즐기는 사용자의 신체에 직접 전달함으로써 게임의 현장감 및 사실감을 극대화 시키는 역할을 할 수 있다. [1]또한, 마우스나 키보드등 사용자의 입력을 직접 받는 장치에 비해 게임 컨트롤에 부정적인 영향을 미치지도 않으며 평소에는 일반적인 의자로 활용할 수 있다는 장점이 있다. 더불어 현재 개발되고 있는 대부분의 PC용 게임에서 Force-Feedback 기능을 적용하고 있다는 점과 온라인게임에도 점차 그 영향이 미치고 있다는 사실로 미루어볼 때 그 사용가치가 무척 크다고 볼 수 있다.

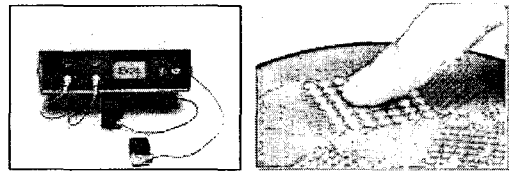
1. 체감시스템

일반적으로 언급되는 체감시스템은 두 가지로 나뉜다. 첫째, 햅틱인터페이스(Haptic Interface)로 이는 가상현실 또는 시뮬레이션 환경에서의 촉감 실현을 설명하는 것으로 고가의 햅틱 하드웨어 장치의 구동을 통하여 미세한 반력감 즉 극초단의 진동효과(1kHz 이상)를 전달함으로써 사용자에게 촉감을 전달하는 상호작용 기

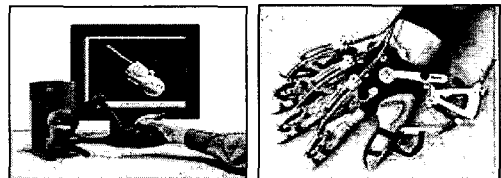
술의 하나이다(그림1).

둘째, 운동감 재현기술로 반력감 재생에 따른 역감 효과((Force Feedback Effect)를 전달하는 방식으로 주로 시뮬레이터 개발에 적용되는 기술이다.(그림 2,3)

일반적으로 시각적인 요소와 촉각 요소를 함께 제공하면 보다 효과적으로 인간의 지각력을 높여 준다.[2] 또한, 사람의 감각특성을 보면 시각적인 반응보다 촉각적인 반응에서 주위환경의 변화를 더 빠르게 인지한다.[3] 때문에 촉각반응을 게임 인터페이스에 적용한다는 것은 매우 중요하다고 볼 수 있다.



▶▶ 그림 1. Touch Feedback 장치와 촉각센서



▶▶ 그림 2. Force Feedback 장치 Phantom, Cybergraps



▶▶ 그림 3. 군사용 시뮬레이터

촉각은 좁은 의미로 보면 체성 감각 중 피부감각의 하나로 분류될 수 있지만, 일반적으로 시각, 청각, 촉각, 후각, 미각의 오감의 하나로 촉각을 지칭할 때에는 넓은 의미에서 피부를 통해 느끼는 피부감각을 의미한다[4]. 촉각은 오감 중 가장 원시적인 것이며 정보화가 어렵기 때문에 잘 의식하지 않는 감각이며 손쉽게 버려질 수

있는 감각이다. 때문에 다른 감각에 비해 중요성이 크게 인식되지 않는 것이 사실이다.(표 1)[3]

표 1. 오감에 대한 인간의 인식(博報堂生活總合研究所 '96)

	시각	청각	후각	미각	촉각
오감 중에 가장 읽기 싫은 것은?	83.7	5.1	1.0	8.3	1.9
오감 중에 가장 언어표현이 용이한 것은?	75.7	6.0	1.9	9.9	6.7
만약 오감 중에 하나를 포기해야 한다면 무엇을 포기하겠는가?	2.0	5.3	55.0	8.1	29.6
오감 중 언어표현이 가장 어려운 것은?	5.8	17.0	35.8	18.3	23.2

그러나, 인간은 외부세계로부터 정보를 청각으로 20%, 촉각으로 15%, 미각으로 3%, 후각으로 2%를 받아들이고 있으며 나머지는 시각으로 60%를 받아들인다고 한다.[4] 이러한 백분율에 의한 수치만으로 분석할 때, 시각과 청각 다음으로 중요하게 정보의 전달체계에 영향을 미치는 감각은 촉각이라고 볼 수 있다. 이러한 사실은 게임분야에서도 그대로 적용된다고 할 수 있다. 시각과 청각이라는 기본적인 정보전달 체계이외에 촉각이라는 감각체계가 부가되면 좀 더 사실적인 게임환경을 제공해주는 가상현실게임에 근접한다고 할 수 있다.

2. 게임에 적용된 체감 시스템

2.1 아케이드 게임 분야에 적용된 체감시스템

실상 체감시스템을 적극 수용하여 응용한 게임 분야는 아케이드 게임 분야라고 할 수 있다. 기술의 특성상 장비의 크기가 개인이 소유하기에 너무 큰 편이며 가격 또한 부담스러울 정도의 고가이기 때문에 다른 게임 플랫폼에 비해 넓은 공간확보가 가능한 상업적인 영업장에서 사용자에게 제공되는 아케이드 게임 분야에 가장 잘 부합한다고 볼 수 있다.

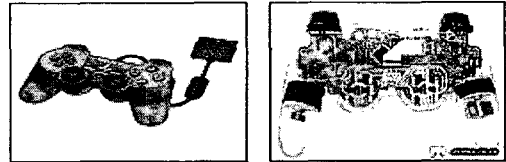
아케이드 게임은 게임 인터페이스를 게임에 등장하는 모형과 똑같이 제작하는 것은 물론이고 역감(Force Feedback) 기술을 적용하여 사실감을 극대화 시키고 있다. 이는 체감게임 혹은 체련게임이라 불리는 아케이드 게임종류에서 두드러지게 나타난다.[그림 4]



▶▶ 그림 4. 체감형 아케이드 게임 인터페이스

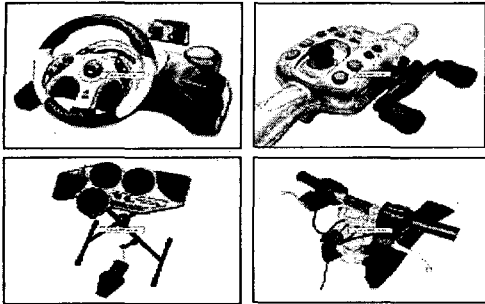
2.2 콘솔 게임 분야에 적용된 체감시스템

아케이드 게임기 분야처럼 게임자체에서 차지하는 비중이 크지는 않지만 타 게임분야와 차별화 되는 방향으로 발전해왔다. 특히, 현재 개발되어 시판되고 있는 가정용 게임기는 대부분 체감 기능을 내장한 전용게임 컨트롤러가 기본으로 장착되어 있다. 콘솔게임기용 전용 컨트롤러에는 서로 다른 용량의 진동모터가 2개가 장착되어 있어서 게임에 적절하게 연출된 효과를 진동을 통해서 느낄 수 있도록 설계되어 있다.



▶▶ 그림 5. 콘솔게임기용 컨트롤러

그 밖에 기본 컨트롤러 외에 게임의 특성에 맞게 제작된 특수컨트롤러들도 많이 제작되어 시판되고 있다. 기본 장착되어 있는 컨트롤러가 진동만으로 역감(Force Feedback) 기능을 수행하는 반면 게임소재에 특화된 특별한 컨트롤러들은 따로 장착을 해서 게임을 즐기도록 되어있다. [그림 6]은 현재 출시되어 있는 다양한 콘솔게임전용 컨트롤러이다. 이러한 컨트롤러는 게임의 소재에 맞추어 각각 요구되는 컨트롤러의 형태를 게임 내용과 동일하게 제작되어 있기 때문에 현장감과 사실감을 극대화 시킬 수 있으며 사용자가 게임진행을 하는데 있어 매우 편리하게 입력을 할 수 있다.



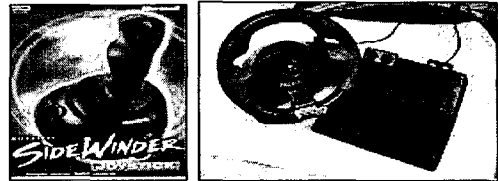
▶▶ 그림 6. 콘솔게임기 전용 컨트롤러

2.3 PC용 게임 분야에 적용된 체감시스템

타 플랫폼의 체감시스템과 비교하자면 PC 게임 분야는 비교적 활성화되어 있지 않다. PC 게임은 개인용 컴퓨터를 기반으로 제작된다. 때문에 게임만을 위한 콘솔 게임기나 아케이드 게임기에 비해 게임의 표현능력이 뒤떨어진다고 볼 수 있다. 체감전달 기능부분에서도 마찬가지이다.

PC게임을 제작하는 저작도구인 Microsoft DirectX에서 역감(Force Feedback) 기능을 어렵지 않게 구현할 수 있도록 지원해주고 있으나[5], 이를 사용자에게 전달하기 위한 장비가 마땅하지 않아서 현재 몇몇 액션성이 강한 게임을 제외하고는 역감(Force feedback) 기능을 지원하지 않는다. 전용 컨트롤러 개발부분도 미진한 실정이다. 몇몇 레이싱 게임과 비행 시뮬레이션 게임 등을 제외하고는 역감(Force-Feedback) 기능을 지원하는 컨트롤러는 찾아보기 힘들다. 때문에 PC게임에 비해 콘솔게임을 선호하는 사용자들은 콘솔게임에 비해 현장감이나 사실감이 떨어지는 문제점을 지적하기도 한다.[6]

[그림 7]은 PC용 게임에서 사용되는 역감 기능지원 전용게임 컨트롤러의 종류이다. 비행 시뮬레이션 조종 조이스틱(joy-stick)과 레이싱(racing) 게임용 게임 휠(Game-Wheel)이 Force Feedback 기능을 지원하는 전용 게임 컨트롤의 전부라고 할 수 있다.



▶▶ 그림 7. PC게임용 전용 컨트롤러

II. 연구의 내용

1. 연구의 기초

1.1 하드웨어 부분

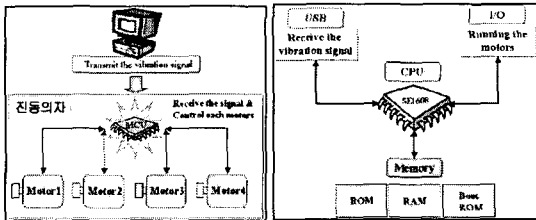
Force-Feedback 시스템은 크게 하드웨어, 통신용 디바이스 드라이버와 DirectX 그리고 관련 소프트웨어로 구성되며 각각의 모듈이 연결되어 동작하게 된다. 하드웨어의 구성은 기존의 RS232C 방식에 비하여 확장성, 전원공급, 데이터 전송에서 성능이 우수한 USB모듈이 내장된 Cypress사의 CY7C63723 마이크로프로세서를 이용하여 사용하기 편리하도록 하였으며 윈도우즈 시스템에서 USB통신 규약이 지원되는 WDM 디바이스 신 모델을 채택하여 관련 디바이스 드라이버와 인터페이스용 DLL을 구성하였다.

개발에 사용된 주요 기술은 아래와 같다.

- USB Controller를 내장한 MCU (8bit 혹은 16bit)
사용 : Cypress사의 CY7C63723
- 상황에 맞는 다양한 진동 모터의 제어
- USB 1.1 spec : USB Controller가 내장된 MCU 중에 USB 2.0을 지원하지 못하는 MCU가 있고 고속의 data 전송이 필요 없기 때문에 호환성이 좋은 USB 1.1 spec으로 개발

우선 컴퓨터에서 동작 신호를 보내 주면 그 신호에 맞게 동작하게 되어 있다. 컴퓨터에서 보내는 동작 신호는 여러 상황에서 발생할 수가 있고 각 상황에서의 동작은 같지 않다. 그렇기 때문에 여러 개의 모터를 두어 느낌이 다른 진동을 구현할 수 있게 하고, 모터의 위치를 여러 군데 배치 시켜서 다양한 느낌을 줄 수 있도록 구성

하였다. 컴퓨터에서의 동작 신호는 USB port를 이용하여 data를 전송하며 진동패드 내부의 MCU에서는 USB를 통하여 받은 data를 분석하여 그 데이터에 맞는 동작을 하게 된다.



▶▶ 그림 8. 시스템구성도 및 H/W 블록도

[그림 8]은 시스템 구성도와 하드웨어 적인 부분을 블록도로 표현한 것이다. 여기서 USB와 CPU는 하나로 구성되어 있다. 그리고 하드웨어를 동작시키기 위한 ROM과 RAM을 사용하게 되고 Boot ROM은 부팅영역을 별도로 두어서 제품의 업그레이드를 ROM의 프로그램을 쉽게 다운로드 할 수 있도록 구성 하였다. I/O는 MCU의 입출력 포트를 이용하여 제어 하게 되고 모터는 많은 전류를 사용하는 장치이기 때문에 별도의 전류 드라이브 회로를 구성하여 전류에 대한 안정성을 높이도록 구성하였다.

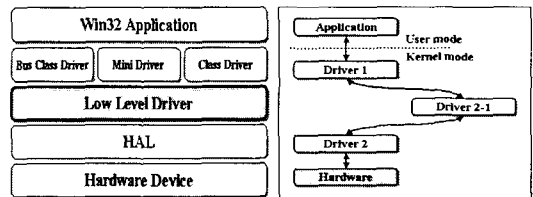
1.2 하드웨어 부분

소프트웨어는 통신용 DLL을 통하여 하드웨어의 DirectX 신호를 MCU로 전달하여 정의된 진동능력을 반복 구현하는 기능과 해당 각각의 신호에 대한 진동 신호를 조금 더 현실적으로 재현하는 기능을 포함하고 있다. USB 디바이스 드라이버를 채택하였고 Direct X의 DirectInput 기능을 사용하였다.

이 기기는 USB로 Force_Feedback 신호를 전달받아 사용자에게 “진동”을 주는 기기이다. 따라서 구동을 위해서는 하드웨어인 진동의자를 제어하는 부분인 USB 디바이스 드라이버를 제작하여야 한다. 아래 그림의 드라이버 계층도에서 이 제품 개발 시 필요한 부분이 바로, 로우레벨 드라이버이다. USB로 Feedback 신

호를 받기 때문에 디바이스 드라이버를 제작하되, 필터 방식의 드라이버를 제작함으로써, 원하는 동작을 구현할 수 있다.

즉, 필터방식으로 디바이스 드라이버를 제작함으로써, 사용자가 제품을 컴퓨터 사용중에 탈착을 했을 때, 기존의 USB 장비들과 동일한 안정성을 보여 주게 된다. 개발 시에 WDM DDK를 이용하여 로우레벨 드라이버를 제작하되, 이 장비는 USB를 이용하여 제어가 되므로 최종적으로 필터방식을 이용한 드라이버를 제작하여 신호를 제어하게 된다.[그림 9]

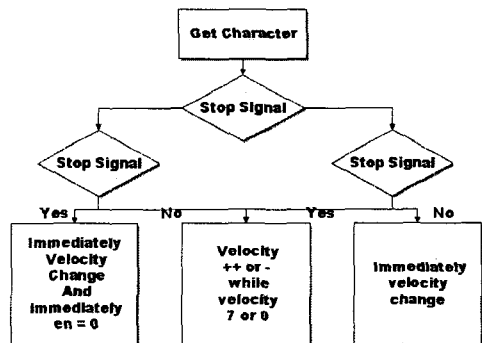


▶▶ 그림 9. H/W 드라이버 계층 Layer

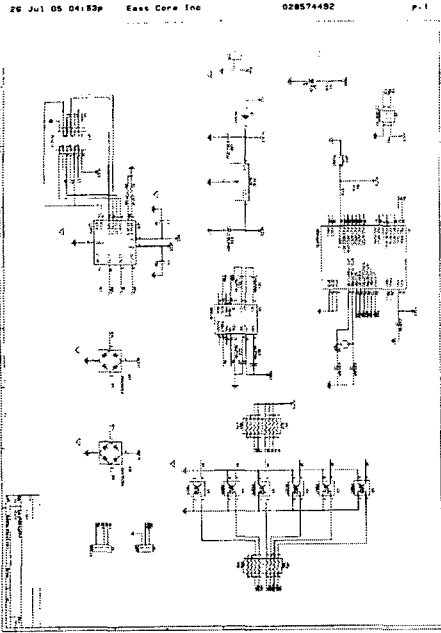
2. 개발 내용

2.1 DC motor driver 개발

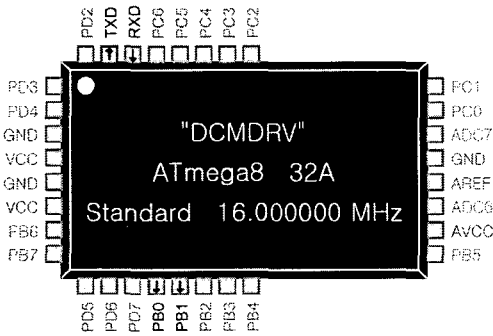
개발의 핵심이라고 할 수 있는 진동자, 즉 DC모터의 제어를 위한 드라이버를 개발하였다. 우선적으로 고려되어야 할 부분은 DC모터의 고속제어와 내구성 문제이다. 이를 위해 DC motor용 드라이버를 제작하였다.



▶▶ 그림 10. DC Motor Driver Program Flow Chart



▶▶ 그림 11. 회로도 CAD작업



▶▶ 그림 12. 회로연결을 위한 핀 배치 다이어그램

2.2 S/W programming

DC모터를 제어하기 위한 S/W는 두 부분으로 나누어서 작성하였다. 첫 번째는 uart 통신 및 분석, 데이터 변환 부분이며 다른 하나는 타이머 제어 및 PWM파장을 생성하는 부분이다. 다양한 진동 신호를 구현해야 하기 때문에 아주 짧은 시간간격의 진동 및 역진동을 컨트롤할 수 있는 타이머와 PWM 파장 생성기가 요구되었다.

```

**
** IAR MakeApp peripheral modules header files
** Include the header files used by the application
**
    
```

```

#include "ma_cpu.h"
#include "ma_io.h"
#include "ma_usart.h"
#include "ma_spi.h"
#include "ma_twi.h"
#include "ma_tmr.h"
#include "ma_wdt.h"
#include "ma_adc.h"
#include "ma_acomp.h"
#include "ma_intc.h"
    
```

▶▶ 그림 13. uart 통신 및 분석, 데이터 변환부분

```

=====
** 2.2 Application include files
=====
    
```

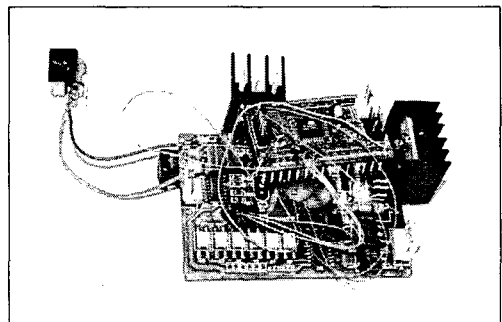
```

#include "usercode.h" /* Usercode macros (see
<template.h>) */
#include "ma_tgt.h" /* Target specific header file */
#include "iom8.h" /* Internal registers */
#include "ma_tmr.h" /* Module driver header file */
#include "ma_io.h"
=====
    
```

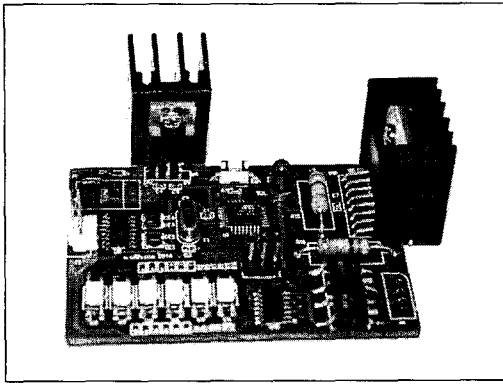
▶▶ 그림 14. 타이머 제어 및 PWM 파장 생성 부분

2.3 DC motor 제어기 제작

DC motor를 제어하는 제어기의 prototype을 먼저 제작한 후에 이를 양산할 수 있는 모델을 제작하였다. prototype에서는 내구성에 대한 고려를 배제하였고 양산에 필요한 고려사항을 배제하고 제작하였다.



▶▶ 그림 15-1. DC motor Controller Prototype Side-view



▶▶ 그림 15-2. DC motor Controller 양산type front-view

2.4 진동시트 모델 제작

사용자에게 가장 진동을 효율적으로 전달할 수 있는 인체공학적 디자인이 선행되어야 했으나 본 연구에서는 force-feedback 신호를 PC Game의 DirectX로부터 전달받아 의자나 시트형태의 기기로 표현하는 것이 목적이었기 때문에 이를 고려하지 않고 모델을 개발하였다. 현재 일반적으로 게임사용자들이 사용하고 있는 의자나 등받이 형태의 시트에 DC motor를 삽입하고 이를 제어하는 콘트롤러를 장착하였다.



▶▶ 그림 16. Force Feedback 진동시트 모델

III. 결론 및 향후 연구방향

게임의 경쟁력은 물론 기술력을 바탕으로 이루어지지만 기술력만으로 성공하는 사례는 매우 드물다. 성공요인에 대한 여러 가지 분석들이 언급되고 있지만 사용자

의 입장에서 고려할 때 요구를 충족시켜 줄 수 있는 콘텐츠가 제공되어야 한다는 것은 분명하다. 사용자의 게임에 대한 사용자의 요구가 다양화 되고 있는 실정므로 게임이 경쟁력을 갖추기 위해서는 사용자의 요구에 부합할 수 있는 다양한 콘텐츠와 사용자에게 전달되는 다양한 신체감각에 대한 피드백이 복합적으로 이루어져야 한다.

따라서 사용자의 다양한 신체감각을 자극할 수 있는 체감시스템이 적극적으로 활용되어야 하며 이를 위한 적합한 체감 인터페이스 개발이 병행되어야 할 것이다. 이미 체감형 의자나 시트형태에 관한 연구는 오래전부터 시행되어왔으나 대부분의 연구가 대중성을 고려하지 않은 실험적 성격의 내용이기 때문에 양산되어 사용자들이 실제 경험하기에는 문제점이 많다.

본 연구개발에서의 성과는 체감형 시스템 중에서 DirectX에서 발생하는 force feedback 신호를 이용하여 개발이 용이하고 개발비의 소요가 적은 체감시스템을 개발하여 양산가능성을 보였다는데 있다. 물론 역감기능을 표현하는데 DC모터를 사용하여 단순한 진동을 발생시키도록 하였지만 사용자들이 체감게임을 경험하기에는 충분할 것으로 예상된다. 특히 개발비용의 감소로 일반인들이 쉽게 구입할 수 있는 저가의 게임용 체감장치로 양산할 수 있을 것으로 예상된다.

향후 본 연구에서 개발된 기기의 내구성 및 사용자의 인체공학적 측면을 고려한 디자인과 전원부 및 USB 통신부에 대한 사용자의 편의성에 대한 고려가 심도 있게 연구되어야 할 것이다.

참고 문헌

- [1] 김혜린 외, 체감형 게임중심의 텐저블 인터페이스 디자인 연구, 아회여자대학교대학원 디지털미디어학부 미디어디자인전공, 2002.
- [2] Mandayam A. Srinivasan, Cagatay Basdogan, Wan-Chen Wu, "Visual, Haptic, and Bimodal Perception of Size and Stiffness in Virtual Environments," Proceedings of the

ASME Dynamic Systems and Control Division, 1999.

- [3] Grigore C. Burdea, "Haptics issues in virtual environments," Burdea, G. C. Computer Graphics International, Proceedings, pp.295-302, 2000
- [4] 博報堂生活總合研究所. 五感の時代, 博報堂生活總合研究所, 1996.
- [5] 손욱호 외, "컴퓨터 게임에서의 햅틱 인터페이스 지원", 제18회 한국정보처리학회 추계학술발표대회 논문집, 제9권, 제2호, 2002. 11.
- [6] Sam-ha CHOI, Kyung-sik KIM, "Development of Force-Feedback Device for PC-Game using vibration," ACM SIGCHI, proceeding, pp.325-330, 2004

저 자 소 개

최 삼 하(Sam-Ha Choi)

정회원



- 2001년 2월 : 호서대학교 게임공학과(공학사)
- 2003년 2월 : 호서대학교 게임공학과(공학석사)
- 2003년~현재 : 호서대학교 게임공과 박사과정재학 승의여자대학 겸임교수
(주)노리야 개발이사

김 경 식(Kyung-Sik Kim)

준회원



- 1982년 2월 : 서울대학교 전산기공학과(공학사)
- 1984년 2월 : 서울대학교 전산기공학과(공학석사)
- 1990년 2월 : 서울대학교 컴퓨터공학과(공학박사)
- 1991년~현재 : 호서대학교 게임공학 전공 교수