

모바일 환경을 위한 큐빅형 텐저블 사용자 인터페이스 개발

Cubic Tangible User Interface Development for Mobile Environment

옥수열^{1,✉}
Soo Yol Ok^{1,✉}

1 동명대학교 게임공학과 (Department of Game Engineering, Tongmyong Univ.)
✉ Corresponding author: sooyol@tu.ac.kr, Tel: 051-629-1252

Manuscript received: 2009.7.8 / Revised: 2009.8.19 / Accepted: 2009.8.23

Most mobile devices provide limited input interfaces in order to maximize the mobility and the portability. In this paper, the author proposes a small cubic-shaped tangible input interface which tracks the location, the direction, and the velocity using MEMS sensor technology to overcome the physical limitations of the poor input devices in mobile computing environments. As the preliminary phase for implementing the proposed tangible input interface, the prototype design and implementation methods are described in this paper. Various experiments such as menu manipulation, 3-dimensional contents control, and sensor data visualization have been performed in order to verify the validity of the proposed interface. The proposed tangible device enables direct and intuitive manipulation. It is obvious that the mobile computing will be more widespread and various kinds of new contents will emerge in near future. The proposed interface can be successfully employed for the new contents services that cannot be easily implemented because of the limitation of current input devices. It is also obvious that this kind of interface will be a critical component for future mobile communication environments. The proposed tangible interface will be further improved to be applied to various contents manipulation including 2D/3D games.

Key Words: Mobile Computing Environments (모바일 컴퓨팅 환경), Tangible Input Interface (텐저블 입력 인터페이스), Tangible User Interface (텐저블 사용자 인터페이스), MEMS (정밀전자기계), 3D Contents (3D 콘텐츠)

1. 서론

최근 모바일 환경에서 카메라, 게임 등의 멀티 미디어 기능이 부각되고, DMB, 휴대인터넷을 비롯한 새로운 개념의 서비스에 대한 요구가 증대되고 있다. 또한 Fig. 1 과 같은 다양한 형태의 모바일 컨버전스가 심화되고 있다.^{1,2} 이와 같이 모바일 환경에서 새로운 형태의 서비스를 지원하고 사용자의 이용을 촉진시키기 위해서 다양한 형태의 연구가 진행되고 있다.³⁻⁵ 그 중에서도 주목할만한 문제는 모바일 기기의 이동성과 휴대성 때문에 제한

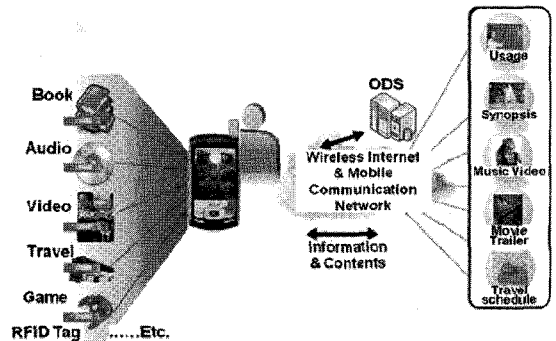


Fig. 1 Digital convergence in mobile environments

적일 수밖에 없었던 기존의 입력 인터페이스를 개선하는 것이다.

즉, 사용자의 편의성에 있어서 중요한 요소인 입력 인터페이스 한계를 극복하기 위해 가속도센서, 자이로센서, 카메라 등의 정밀전자기계 센서 기술을 이용해 자연스럽고도 직관적인 입력이 가능한 텐저블 사용자 인터페이스(Tangible User Interface)에 관한 연구이다.⁶

예로 Fig. 2 와 같이 일본 소니사의 Rekimoto⁷ 는 작은 스크린 장치를 위해 기울기 조작을 입력으로 사용하는 것을 제안하고 LCD TV 와 FASTRAK 사의 트랙커를 이용하여 프로토타입을 구현하였다. 프로토타입 시스템을 통하여 기울기를 이용한 메뉴 시스템과 큰 2D 스페이스 네비게이터, 그리고 3D 오브젝트 뷰어 시스템을 제안하였다. 이를 통해 모바일 기기에서 모션인식을 사용할 수 있는 가능성을 제시하였다.

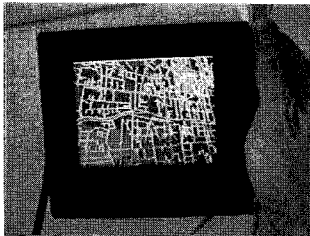


Fig. 2 A map browser using tilting interface

Crossan⁸ 등은 Fig. 3 과 같이 3 자유도 가속도센서와 PDA 를 이용하여 한 손으로 모바일 장치를 들고 있는 상태에서 손목 기울임을 이용한 네비게이션에 대한 분석을 하였다. 그 결과에 따르면 중심에 아래쪽을 향할 때 보다 위쪽을 향할 때, 다양성이 증가하였으며, X 축 모션이 Y 축 모션 보다 다양성이 크다는 결론을 얻었다.

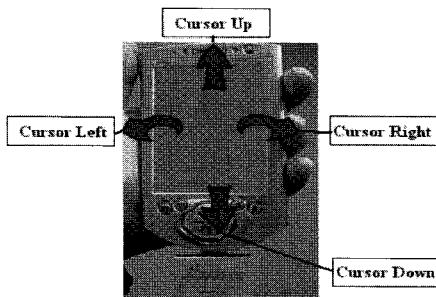


Fig. 3 PDA with XSens accelerometer attached at the base

또한 마이크로 소프트 연구소의 Hinckley⁹ 등은 적외선 추적센서, 터치센서, 기울기 센서 등의 다양한 센서를 통해 배경 센싱을 한 뒤 이를 이용한 인터랙션을 제안하였다. 2 축 선형 가속도 센서를 기반으로 한 기울기 센서를 이용한 가로/세로 디스플레이 방향 감지와 결합된 기울기 센서를 이용한 스크롤을 제안하였다.

그러나 이들 기존 연구에서는 게임이나 엔터테인먼트 콘텐츠에 적용하기 위한 3 차원 위치추적 등의 인터페이스로 사용하기에 부족함이 있다.

본 논문에서는 정밀전자기계 센서 기술을 이용하여 모바일 환경에 플러그인 방식으로 방향, 속도, 위치 정보를 동시에 제공할 수 있는 소형 큐빅형 텐저블 인터페이스를 제안한다. 특히 제안 인터페이스는 기존의 2 차원적 인터페이스를 공감각적 형태로 확장하여 직관적 조작이 가능하다. 그 유효성을 확인하기 위해 실험적 콘텐츠를 개발하여 결과를 보인다. 실험에 사용된 콘텐츠는 메뉴 조작 및 3차원 객체 제어 등을 포함한다.

본 논문 구성은 먼저 2 장에서는 소형 정밀전자기계 센서기술을 적용한 동작기반의 인터페이스의 시스템 구성 및 구현방법에 관해서 설명하고 3 장에서는 제안한 인터페이스를 적용한 응용프로그램의 실험결과에 제시한다. 마지막으로 4 장에서 결론과 향후 개선방향으로 구성되어 있다.

2. 큐빅형 텐저블 사용자 인터페이스 시스템

대부분의 모바일 사용자들은 키나 터치스크린 버튼을 사용하여 디지털 미디어 콘텐츠를 접하고 있으나 이는 사용자가 미디어 콘텐츠를 조작하는데 있어서 직관적이지 못한 단점을 가진다.

이에 본 논문에서는 사용자가 직관적으로 미디어 콘텐츠에 접근하고 제어할 수 있도록 메뉴 조작적 측면과 3D 콘텐츠제어에 필수적인 방향, 속도, 위치 정보를 동시에 제공할 수 있는 인터페이스 형태로 설계하였다.

큐빅형 텐저블 인터페이스 하드웨어는 Fig. 4 와 같이 사용자 동작인식을 위한 송신부와 데이터를 PC 및 모바일 장치와 연동하기 위한 수신부로 구성되어 있다. 그리고 송신부와 수신부와 데이터 통신은 RF 통신을 이용한 무선으로 통신을 하고 수신부에서는 이 신호를 USB 로 변환하여 컴퓨터에 전송을 한다. 전송된 데이터는 위치추적 등의 데이터 처리를 통해 실험 콘텐츠에 적용하게 된다.

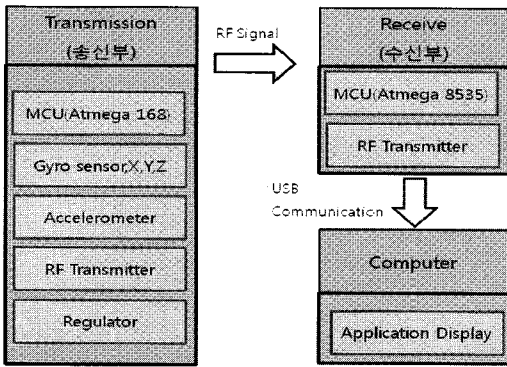


Fig. 4 Block diagram of proposed system

2.1 송신부(센서시스템) 설계

제안 인터페이스의 송신부 하드웨어 구성은 크게 센서부, MCU, RF-트랜스미터, 전압조정장치, PCB 회로로 나눌 수 있다.

방향, 속도, 위치 정보를 동시에 제공할 수 있는 소형 큐빅형 텐저블 인터페이스를 실현시키기 위해서는 물체의 6 자유도에 대한 물리량들을 정확히 측정하는 것이 중요하다. 이에 본 논문에서는 물체의 정확한 자세와 위치를 계산하기 위해 3축의 회전각을 측정할 수 있는 자이로센서와 3축의 위치를 측정할 수 있는 가속도센서로 구성하였다. 또한 신호의 빠른 처리를 위해서 6 채널의 A/D 변환기를 추가하였다.

2.1.1 자이로 센서

자이로 센서는 InvenSense 사의 IDG300¹⁰ 을 이용하였다. IDG300 은 2 축의 회전성분만 감지하기 때문에 3 차원 회전성분을 얻기 위해 2 개의 자이로센서를 사용하였다. 하나는 수평방향으로 하고 다른 하나는 수직방향으로 하여 3 차원 회전성분을 측정하도록 하였다.

2.1.2 가속도 센서

가속도 센서는 Freescale 사의 MMA 7260Q¹¹ 을 사용하였다. MMA 7260Q 를 선택한 이유는 3 축으로 가속도를 측정할 수 있고, 1.5g, 2g, 4g, 6g 의 민감도에 따라 사용 가능하다. 그리고 낮은 전류를 소비하고 2.2V~3.6V 사이에서 센서가 동작을 한다. 이 출력된 신호는 외장형 A/D 변환기를 거쳐 MCU 로 실시간으로 전송하게 된다.

2.1.3 MCU

MCU 는 Atmel 사의 ATmega 168V-10MU¹² 를 사용하였다. 주된 역할은 각 센서부에서 받은 신호를 한곳에 모아 RF 모듈에 신호를 보내는 역할을 한다. ATmega 168V-10MU 는 20MHz 로 동작하며 10MIPS 의 처리 속도를 가지고 있으며 각 센서에서 나오는 신호를 디지털 필터링과 통신을 실시간에 할 수 있다. 그리고 A/D 변환이 가능하고 각 센서에서 나오는 신호를 받아 드릴 수 있는 포트수를 많이 보유하고 있어 제안 인터페이스에서 사용하기에 적합하다.

2.1.4 전압조정장치 설계

제안 인터페이스를 구성하고 있는 센서부에서 필요한 전압은 평균 3.3V 이다. 실제 공급하고 있는 전압은 6V 로 센서부에 이용하기에는 높은 전압이며 일정한 3.3V 의 전압을 공급하기 위하여 전압조정장치 (Regulator)부를 추가 하였다. 3.3V 로 낮추고 크기가 작은 전압조정장치를 사용하기 위해 Zetex 사의 ZLDO 300¹³ 을 사용하였다.

2.1.5 PCB 설계

PCB 를 사용함으로써 텐저블 인터페이스의 크기가 좀 더 소형화 될 수 있고 신호 전달은 회로를 따라 오차가 거의 없이 전송할 수 있다. PCB 의 회로 구성은 OrCAD 를 사용하여 회로를 모델링하고 이 모델링을 참조하여 패드(PADS)로 PCB 의 도면을 설계하여 제작하였다.

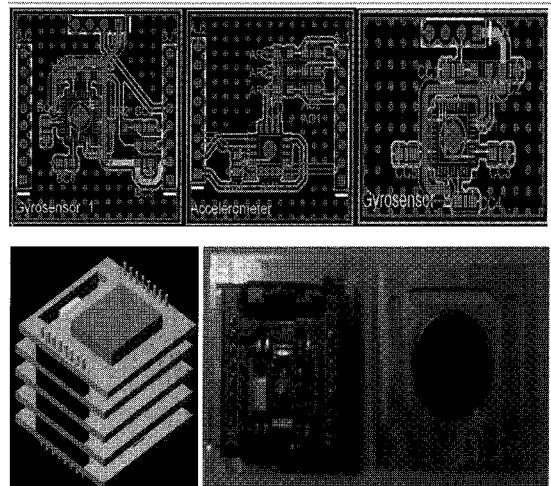


Fig. 5 Tansmitter(Sensor system) PCB design and Hardware Configuration

제안 인터페이스는 Fig. 5 와 같이 PCB 에 센서를 부착하였고, PCB 는 여러 층으로 구성하여 최대한 작은 크기의 큐빅 형태로 설계하였다.

2.2 수신부 하드웨어 설계

수신부는 MCU 와 RF 수신모듈, PCB 그리고 USB-시리얼로 구성되어 있다.

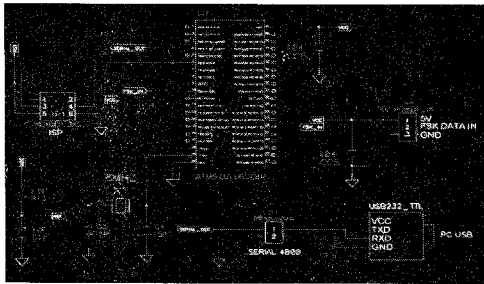


Fig. 6 Receiver hardware design

RF 수신에 사용한 모듈은 A1000E¹⁴ 수신모듈로 FSK 방식의 통신신호를 할 수 있다. 수신부에서 보내는 신호를 정확하게 받기 위해 동종의 모듈을 사용하였다. RF 수신모듈은 수신부에서 보내는 신호를 받아 MCU 로 전송을 한다. 수신부 MCU 의 역할은 RF 수신모듈에서 받은 신호를 MCU 로 보내주는데 이때 보내주는 신호는 아날로그 신호이며, 이 아날로그 신호를 A/D 컨버터를 통하여 디지털 신호로 변환하는 역할을 한다. 그리고 이 디지털 신호를 USB 시리얼을 통해 컴퓨터로 전송을 한다.

2.3 센서 신호처리

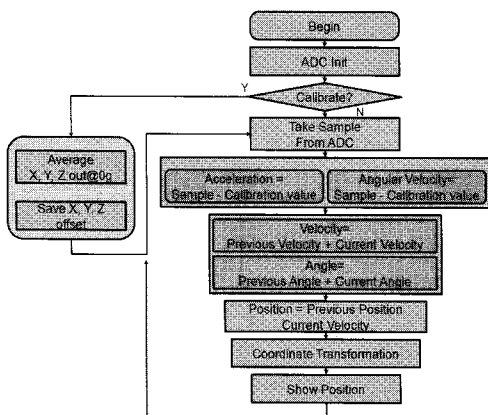


Fig. 7 Block diagram for the sensor data signal processing

본 논문에서는 가속도 및 자이로 센서기반 사용자 동작인식을 하기 위해 Fig. 7 과 같이 신호 처리를 수행하였다.

2.3.1 초기 좌표설정

본 논문에서 사용한 3 축의 가속도 센서에서 출력되는 값은 플러스와 마이너스 가속도 값을 가질 수 있으며, Table 1 에서 보는 바와 같이 중력 가속도 성분과 각 방향의 순수한 가속도가 모두 더해진 값이 된다.

Table 1 Gravity component of Sensing Axis

Sensing Axis for X-axis	X-axis Accelerometer	Z-axis Accelerometer
Sensing Axis for Y-axis	PCB	PCB
X Sensing Axis for X-axis	Gravity	Gravity
Sensing Axis for X-axis		Sensing Axis
Sensing Axis for accelerometer	Gravity component of a tilted X-axis accelerometer	Gravity component of a tilted Z-axis accelerometer

이를 수식으로 표현하면 다음과 같다.

$$A_x_V_{out} = A_V_{ref} + (\Delta V/\Delta g) \cdot g \cdot \sin(\theta_y) + (\Delta V/\Delta g) \cdot a_x \quad (1)$$

$$A_y_V_{out} = A_V_{ref} + (\Delta V/\Delta g) \cdot g \cdot \sin(\theta_x) + (\Delta V/\Delta g) \cdot a_y \quad (2)$$

$$A_z_V_{out} = A_V_{ref} - (\Delta V/\Delta g) \cdot g \cdot \cos(\theta_x) \cdot \cos(\theta_y) + (\Delta V/\Delta g) \cdot a_z \quad (3)$$

여기서, A_V_{ref} 는 가속도 센서의 기준값으로, 본 연구에서 사용한 MMA7260Q 는 1650mV 이고, $(\Delta V/\Delta g)$ 는 가속도 센서의 민감도로써 $\pm 2g$ 선택하여 600mV/g 이고, θ_y 는 지구의 중심을 기준으로 기울어져 있는 각도이고, a_x 는 실제 사용자의 동작에서 발생한 가속도 성분이다. 또한 본 연구에서 사용한 두 개의 2 축의 각속도 센서에서 출력되는 값은 플러스와 마이너스 가속도 값을 표현하기 위한 기준값으로 각 방향의 순수한 각속도가 더해진 값이다. 이를 수식으로 표현하면 다음과 같다.

$$AV_x_V_{out} = AV_V_{ref} + (\Delta V/\Delta \omega) \cdot \omega_x \quad (4)$$

$$AV_y - V_{out} = AV - V_{ref} + (\Delta V / \Delta \omega) \cdot \omega_y \quad (5)$$

$$AV_z - V_{out} = AV - V_{ref} + (\Delta V / \Delta \omega) \cdot \omega_z \quad (6)$$

여기서, $AV - V_{ref}$ 는 자이로 센서의 기준값으로, 본 연구에서 사용한 IDG-300 는 1200mV 이고, $(\Delta V / \Delta \omega)$ 는 자이로 센서의 민감도로써 본 연구에서 사용한 MMA7260Q 는 2 mV/deg/sec 이고, ω_x 는 실제 사용자 동작에서 발생한 각속도 성분이다. 따라서 중력 가속도에 의해서 초기 정지 상태에서도 센서에서 임의의 값이 출력된다. 본 연구에서는 사용자가 임의의 동작을 시작할 때 초기 상태를 항상 완전한 수평상태에서 시작하는 것이 아니기 때문에 임의의 방향으로 기울어져있는 경우 등을 다루기 위해서 초기상태와 자이로 센서의 오프셋 에러를 파악해둔다.

초기 정지상태($a_x=0, a_y=0, a_z=0, \omega_x=0, \omega_y=0, \omega_z=0$) 인 x, y 축의 기울어져 있는 상태를 파악하기 위해서 가속도 센서의 초기 출력값을 이용하며, 그 값은 다음과 같이 구한다.

$$\theta_y = \arcsin[(A_x - V_{out} - A - V_{ref}) / (\Delta V / \Delta g)] \quad (7)$$

$$\theta_x = \arcsin[(A_y - V_{out} - A - V_{ref}) / (\Delta V / \Delta g)] \quad (8)$$

이러한 좌표계를 설정하기 위해서 본 연구에서는 Z 축이 위로 보이게 텐저블 인터페이스를 켜 후 10 초 이상의 정지상태에서 데이터를 읽어 들인 후 평균한 값을 사용하여 기울어져 있는 초기 상태를 계산한다. 그리고 각속도 측정 센서인 자이로 센서에 발생할지 모르는 오프셋 에러를 보정해 주기 위해서 초기 상태를 계산하여 저장한다.

2.3.2 노이즈 제거의 처리 구형

시간에 따라 변화하는 전기적 신호를 측정하려 할 때, 이런 전기적 신호에는 불필요한 노이즈 신호 이른바 잡음이라는 것이 포함되어 있어, 이 잡음 때문에 측정이 어려워지고, 정밀도가 나빠진다. 측정 정밀도를 개선하기 위해서는, 이 잡음을 경감시키는 것이 무엇보다도 중요하다. 잡음에는 여러 종류가 있으나, 모든 전기적 신호에 공통으로 나타나는 잡음에는 정상(stationary) 랜덤 노이즈가 있으며, 이 노이즈가 원래의 신호에 겹쳐져 나타나는 것이다. 여기서 정상이라는 것은, 확률특성이

시간적으로 변하지 않는다는 의미이다.

이 정상 랜덤노이즈의 확률분포는 평균이 0, 분산이 σ^2/n 인 정규분포를 따른다. 잡음의 크기를 나타내는 양이 표준편차, σ 가 된다.

정규분포의 특성상, 정규분포를 따르는 모집단에서 표본을 추출하여 그 표본평균을 확률변수로 하면 분산이 σ^2/n 이 된다. 신호의 한 주기 사이를 적당한 시간 간격으로 다수의 점, 예컨대 m 개 점 데이터 샘플링 하고, 이 데이터 샘플링을 연속적으로 n 번 측정하여, 각 샘플링 점에서 얻어진 데이터를 평균하면, 각 샘플링 점에서의 랜덤노이즈의 분산은 σ^2/n 이 될 것이다. 즉, 노이즈의 크기가 $\sigma/n^{0.5}$ 로 감소하게 된다.

따라서 본 연구에서는 A/D 컨버터의 로우패스 필터로 기본적인 노이즈를 제거한 후, 소프트웨어로 앞에서 언급한 내용을 구현하였으며 반응속도가 크게 떨어지지 않으면서 적절하게 노이즈를 제거할 수 있도록, 샘플링 횟수를 선택할 수 있도록 하였다.

2.3.3 위치추적

3 차원 공간에서 모션(운동)을 표현하기 위해서는 6 자유도에 대한 물리량으로 직교좌표계에서 3 축의 좌표값과 회전각을 구해야 한다. 이에 본 논문에서는 6 자유도의 물리량을 3 축 가속도 센서와 두 개의 2 축 자이로 센서를 사용하여 측정하였다.

즉, 가속도 센서의 측정값을 이용하여 각 축 방향으로 이동량을, 자이로 센서의 측정값을 이용하여 각 축 방향으로 회전량을 계산한다.

본 논문에서 사용한 가속도와 자이로 센서의 경우에는 오프셋 전압이 주어져 있기 때문에 출력값이 항상 양이다. 따라서 실제 값을 계산하기 위해서는 오프셋 값을 보정해주어야 한다. 또한 이동과 회전을 동시에 하기 때문에 송신부내에 센서가 장착되어 있기 때문에 센서 방향을 물체 내의 좌표축과 초기 일치 시키면 이 좌표축이 기준 좌표에 대해서 방향과 위치가 변한다. 따라서 매 측정된 값이 기준 좌표계의 값으로 변환해주어야 한다.

만약 어떤 물체가 정지 또는 등속일 때, 가속도 센서의 측정값은 0 이 되어야 하는데 그렇지 않은 경우가 많다. 따라서 본 연구에서는 어떤 범위의 값에 들어오는 측정값은 모두 0 으로 처리하였다.

공간상에서 인터페이스의 위치추적은 Fig. 8 과

같이 초기 인터페이스의 위치에서 매 순간 변화량을 추적함으로써 알 수 있다. 초기 인터페이스의 위치에서의 좌표계를 전역좌표계 Σ_{xyz} 로, 매 순간마다 움직이는 좌표계를 지역좌표계 Σ_{uvw} 로 나타내면, 임의의 회전축에 있어서 Σ_{xyz} 에 대해서 Σ_{uvw} 는 각속도 ${}^{xyz}\omega_{uvw}$ 로 회전하게 된다.

임의의 벡터의 위치 P 의 좌표계 Σ_{xyz} 에 의한 위치를 P_{xyz} 와 좌표계 Σ_{uvw} 에 의한 위치를 P_{uvw} 의 관계를 회전행렬을 사용해서 $P_{xyz} = {}^{xyz}R_{uvw} P_{uvw}$ 로 나타낼 수 있다. 이 때 위치 벡터 P 의 좌표계 Σ_{xyz} 에서의 속도 v_{xyz} 와 로컬 좌표계 Σ_{uvw} 에서의 속도 v_{uvw} 관계는 $v_{xyz} = {}^{xyz}R_{uvw} v_{uvw} + {}^{xyz}\omega_{uvw} \times ({}^{xyz}R_{uvw} P_{uvw})$ 로 나타낼 수 있다.

여기서 첫 번째 항은 P 의 속도 성분의 변환부분이고, 두 번째 항은 Σ_{uvw} 에 대한 Σ_{xyz} 에 대한 각속도 ${}^{xyz}\omega_{uvw}$ 에 대한 부분이다. 여기서 회전 속도 ${}^{xyz}\omega_{uvw}$ 를 추가하고 좌표계 Σ_{xyz} 에서 본 좌표계 Σ_{uvw} 의 이동 속도를 ${}^{xyz}v_{uvw}$ 로 하면, 공간 상에서의 인터페이스 속도는 $v_{xyz} = {}^{xyz}v_{uvw} + {}^{xyz}R_{uvw} v_{uvw} + {}^{xyz}\omega_{uvw} \times ({}^{xyz}R_{uvw} P_{uvw})$ 로 표현된다.

이렇게 계산된 속도 변화량은 수치 미적분을 통해서 매 순간 이동 및 회전량을 구하고, 이를 연속적으로 동차변환을 통해 공간상에서의 인터페이스 위치를 추적한다.

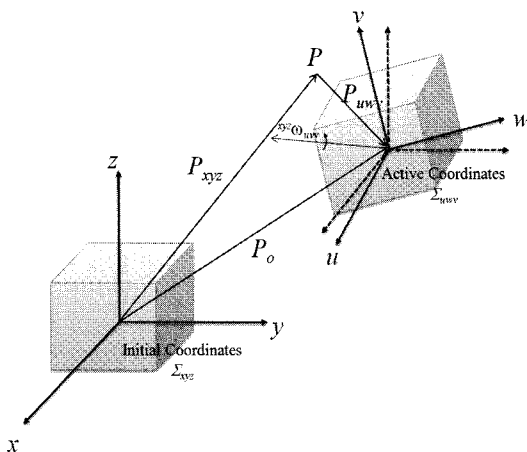


Fig. 8 Transformation of local coordinate for space position

3. 시범 콘텐츠 개발 및 실험

제안 텐저블 인터페이스 하드웨어를 실험하기 위한 시범콘텐츠를 개발하였다. 먼저 시리얼 통신

확인을 위한 모듈, 각각의 신호를 분석할 수 있는 데이터 그래프 가시화 프로그램과 간이 메뉴 조작 프로그램 및 3 차원상에서 정확한 움직임 확인을 위한 3D 이동박스 프로그램을 개발하여 콘텐츠 적용 가능성을 실험 했다.

3.1 센서 데이터 가시화 프로그램

구현된 장치의 유효성을 검증하기 위해 제안 인터페이스의 송신부로부터의 송출되는 신호를 감지하여 그 값과 오류를 가시화하는 Fig. 9, 10 같은 프로그램을 개발하였다. Fig. 10의 가시화 프로그램은 OpenGL 그래픽 라이브러리를 이용하여 6 개의 뷰포트를 생성, 6 개의 데이터를 지속적으로 그래프로 확인할 수 있다.

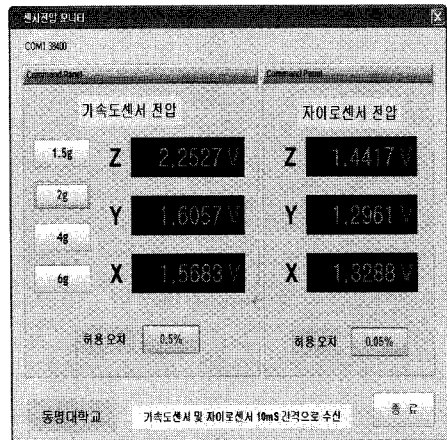


Fig. 9 Data viewer for sensing voltage

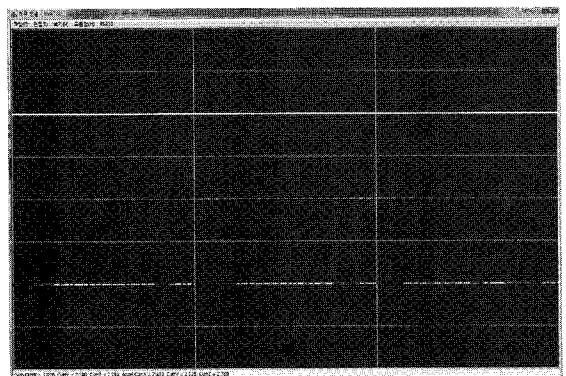


Fig. 10 Data Graph viewer for sensing data

각 값은 큐 형식의 자료구조에 저장하여 사용된다. 상단은 가속도 X, Y, Z 에 대한 데이터 변화를 나타내며 하단은 자이로 X, Y, Z에 대한 데이터

변화를 나타낸다.

3.2 메뉴 조작 및 3D 콘텐츠 조작 프로그램

Fig. 11 은 제안된 인터페이스를 이용한 메뉴 조작 프로그램의 실행 모습이다. 본 메뉴 조작 프로그램은 각도의 증가 및 감소의 범위를 지정하여 각 축에 따른 이벤트를 설정하여 이동, 클릭과 같은 동작을 수행할 수 있도록 구현하였다.

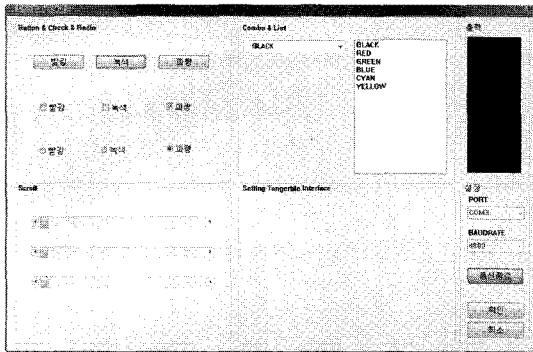


Fig. 11 Menu control using the proposed system

초기 위치에서 Z 축을 오른쪽으로 기울일 경우 해당하는 다음 위치로 이동한다. 왼쪽으로 기울일 경우에는 이전 위치로 돌아가게 된다. 또한 X 축을 중심으로 기울이는 이벤트를 적용하여 마우스의 클릭과 같은 역할을 하도록 구현하였다. 이는 기존의 IPTV 리모콘과 같은 복잡하고 불편한 인터페이스의 대응으로 직관적인 편리하게 메뉴 선택 및 콘텐츠 검색하는데 유용하게 사용될 수가 있다.

또한 Fig. 12 는 게임 등의 콘텐츠에 적용 가능한 3D 형태로 구현하기 위한 테스트 프로그램으로 3 축을 표시하는 3 개의 막대와 정육면체로 이루어진 인터페이스 입력에 맞게 움직이는 프로그램이다. 이를 테스트 프로그램을 통해서 3D 콘텐츠의 회전 및 이동이 가능한 것으로 확인하였다.

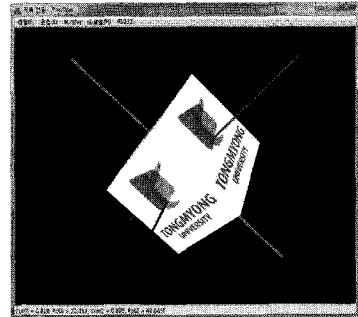
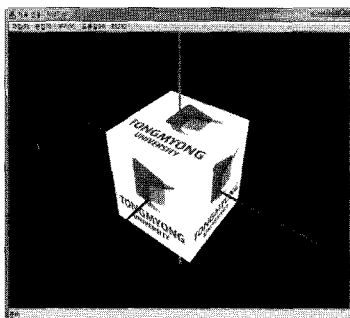


Fig. 12 3D object control using the proposed system

4. 결론

현재, 모바일 장치 들이 발전하고 대중화되면서 모바일 환경에서 게임, 멀티미디어가 부각되고 새로운 개념의 서비스 요구가 확대되어 가고 있다. 이에 반해 모바일 디바이스의 가장 큰 한계는 휴대성과 사용 편의성을 유지하기 위해 불가피한 입력 인터페이스를 제한이다.

본 논문에서는 모바일 환경의 입력 기능의 한계를 극복하여 새로운 형태의 핵심 입력 장치로서 모바일 통신 환경에서 제공할 수 있는 초기 단계의 엔터테인먼트 텐저블 인터페이스를 개발하였다. 또한 시범 콘텐츠 개발을 통해 복잡하고 다양한 제어 신호를 빠르게 입력 받아야 하는 메뉴 조작이나 3D 콘텐츠 조작에서 제안한 인터페이스의 유용성을 실험을 통해 확인하였다.

개발한 인터페이스는 적은 전력으로도 작동이 가능하며 방향지시, 메뉴 찾기, 3 차원마우스, 기울임 보상 등 다양한 기능에 적용할 수 있어 사용자가 직관적으로 이해할 수 있고 동작인식을 기반으로 한 새로운 형태의 입력 인터페이스 모델로 활용이 가능할 것으로 예상된다.

단, 개발한 인터페이스는 출력 값의 증폭으로 노이즈 오류가 발생하여 정밀도에 따른 문제로 중력 보상이 완벽하게 구현되지 않았다. 향후 A/D 변환기의 신호처리에 대한 정밀도를 향상 시키고, 실제 모바일 및 다양한 콘텐츠 환경에서 적용할 수 있도록 HW/SW 를 개선하고자 한다.

후 기

본 연구는 SKTU 차세대 통신연구소 학술 연구비 및 IITA 의 연구지원 사업(IITA-2009-C1090-0902-0004)의 지원에 의해서 이루어진 것입니다.

또한 본 연구를 위해 물심양면으로 도와 주신 박준협, 강영민 교수님께 감사를 드립니다.

참고문헌

- Walker, M., Turnbull, R. and Sim, N., "Future mobile devices: an overview of emerging device trends, and the impact on future converged services," *BT Technology Journal*, Vol. 25, No. 2, pp. 120-125, 2007.
- Jiang, Y. and Gille, L., "Three dimensional layered approach for analyzing value chain re-organization cross ict industries for converged mobile multimedia services," *Proceedings of the 2006 IEEE Asia-Pacific Conference on Services Computing*, pp. 58-63, 2006.
- Irie, T., Matsunaga, K. and Nagano, Y., "Universal design activities for mobile phone: Raku Raku PHONE," *Fujitsu Science Technology Journal*, Vol. 41, No. 1, pp. 78-85, 2005.
- Immersion White Paper, "HAPTICS: Improving the Mobile User Experience through Touch," www.immersion.com/docs/haptics_mobile-ue_nov07_v1.pdf, 2007.
- Ha, S. D., Ahn, C. K. and Rho, H.-M., "Introduction to Tangible Space Initiative Technology," *Journal of the Korean Society for Precision Engineering*, Vol. 21, No. 11, pp. 7-11, 2004.
- Ishii, H. and Ullmer, B., "Tangible Bits: Towards Seamless Interfaces between People, Bits and Atoms," *Proceedings of Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI'97)*, pp. 234-241, 1997.
- Rekimoto, J., "Tilting Operations for Small Screen Interfaces (Tech Note)," *Proceedings of User Interface and Software Technology (UIST'96)*, pp. 1-2, 1996.
- Crossan, A. and Murray-Smith, R., "Variability in wrist-tilt accelerometer based gesture interfaces," *Proc. MobileHCI '04*, pp. 144-155, 2004.
- Hinckley, K., Cutrell, E., Bathiche, S. and Muss, T., "Quantitative Analysis of Scrolling Techniques," *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp. 65-72, 2002.
- InvenSense IDG-300 Datasheet, "Integrated Dual-Axis Gyro," http://www.sparkfun.com/datasheets/Components/IDG-300_Datasheet.pdf
- Freescale semiconductor Technical Data, "±1.5g - 6g Three Axis Low-g Micromachined Accelerometer," <http://www.sparkfun.com/datasheets/Accelerometers/MMA7260Q-Rev1.pdf>
- ATMEGA 168 V Datasheet, <http://sigma.octopart.com/4671/datasheet/Atmel-ATMEGA168V-10MU.pdf>
- ZLDO300 Datasheet, <http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/182393/ZETEX/ZLDO300.html>
- A10001E1 Datasheet, <http://www.automan.co.kr/batang/data/A1000E.pdf>