

Design of Multiple Myo-Based UAV Controller

Hyeok Kim[†] · Donguk Kim[†] · Yunsick Sung^{††}

ABSTRACT

Given that the utilization of Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) is recently increased, a variety of UAV control methods are being applied. In general, it has been used a lot to directly control a UAV via manipulator. However, tangible user interface is required to control UAVs accurately. This paper proposes a method for controlling an UAV based on multiple Myos. The UAV is connected to a ground control station and then controlled by Myos. Intuitive control is possible by controlling the UAV using tangible user interface.

Keywords : Unmanned Aerial Vehicle, Myo, Tangible User Interface, Drone, Ground Control Station

다중 Myo 기반의 UAV 제어기 설계

김 혁[†] · 김 동욱[†] · 성 연식^{††}

요 약

최근에 증가한 무인항공기(Unmanned Aerial Vehicle, UAV) 활용에 따라 다양한 UAV 제어 방법이 도입되고 있다. 일반적으로는 UAV 조종기를 통해 직접 제어하는 방법이 많이 활용되고 있다. 하지만, 세밀한 UAV 제어를 위해서는 직관적인 사용자 인터페이스가 필요하다. 이 논문에서는 다수개의 Myo로 UAV를 제어하는 방법을 제안한다. 이를 위해서 기 개발된 지상관제시스템을 통해 Myo로 UAV를 제어하는 방법을 소개한다. 체감형 인터페이스로 UAV를 제어함으로써 직관적인 제어가 가능하다.

키워드 : 무인항공기, Myo, 체감형 인터페이스, 드론, 지상관제시스템

1. 서 론

최근 무인항공기(Unmanned Aerial Vehicle, UAV)[1]의 활용이 증가함에 따라 다양한 UAV의 제어 방식이 도입되고 있다[2, 3]. 일반적으로는 UAV는 조종기로 직접 제어하는 방법이 많이 활용되고 있다. 최근에는 사용자 인터페이스를 개선시키기 위해서 NUI(Natural User Interface)/NUX(Natural User Experience) 기반의 사용자 인터페이스를 적용하려는 시도가 있다. 조종사의 모션 인식을 통해서 UAV를 제어할 수 있다면 직관적인 UAV 제어가 가능할 것이다[4-6].

조종사의 모션을 인식하여 UAV를 제어하기 위해 Myo를 지상관제시스템에 접목한 사례가 있다[4, 6]. Myo는 팔뚝에 착용해서 사용자의 근전도 및 가속도 등을 측정하는 체감형

입력 장치다. 사용자는 Myo를 착용하고, UAV와의 상호작용을 통해 직관적으로 UAV를 제어할 수 있다. 하지만, 한 팔에 착용한 Myo를 통한 UAV 제어는 복잡한 제어 신호를 생성함에 한계가 발생한다. 양 팔을 착용한 Myo를 통해 UAV 제어 신호를 생성 및 전달하는 연구가 필요하다.

이 논문에서는 지상관제시스템에 체감형 입력 장치 Myo를 다수개 접목하여 UAV를 제어하는 방법을 제안한다. 제안한 방법을 통해서 두 대의 Myo를 지상관제시스템과 연결하여 다종의 UAV를 직관적으로 제어한다.

이 논문은 다음과 같이 구성한다. 2장에서는 UAV 제어를 위한 지상관제시스템 설계한다. 3장에서는 구현한 사례를 실험한다. 4장에서는 제안한 방법의 결론을 내린다.

2. 체감형 사용자 인터페이스 기반 UAV 제어 설계

2.1 Myo기반의 UAV 제어를 위한 지상관제시스템

기존에 개발된 지상관제시스템[2]은 다중·다수의 UAV를 제어하기 위해서 시스템을 통합 관리하며, 모듈화해서 기능 추가 확장이 용이하다. 예를 들어, Fig. 1과 같이 전체 시스템을 패널[2]로 나누어 사용자 인터페이스를 구성함으로써

* 이 논문은 2014년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(NRF-2014R1A1A1005955).

** 이 논문은 2016년도 한국정보처리학회 춘계학술발표대회에서 'Myo를 이용한 UAV 제어 시스템 설계 연구'의 제목으로 발표된 논문을 확장한 것임.

† 준 회 원 : 계명대학교 컴퓨터공학부 게임모바일공학전공 학사과정

†† 종신회원 : 계명대학교 컴퓨터공학부 조교수

Manuscript Received : August 9, 2016

Accepted : September 7, 2016

* Corresponding Author : Yunsick Sung(yunsick@kmu.ac.kr)

UAV 제어에 필요한 사용자 인터페이스를 효율적으로 통합 관리할 수 있다.

기존에 개발된 지상관제시스템[2]은 NUI/NUX 기반의 인터페이스가 적용된다면 더 효과적으로 사용할 수 있을 것으로 판단된다. 버튼 형식의 UAV 제어보다 직관적인 UI를 적용하기 위해 조종기 연결을 통한 제어를 시도하였다. 하지만, 연결 및 제어에 어려움을 느끼고 있다. 양 팔에 Myo를 착용한 제어 방법을 통해 해당 문제를 해결할 수 있다.

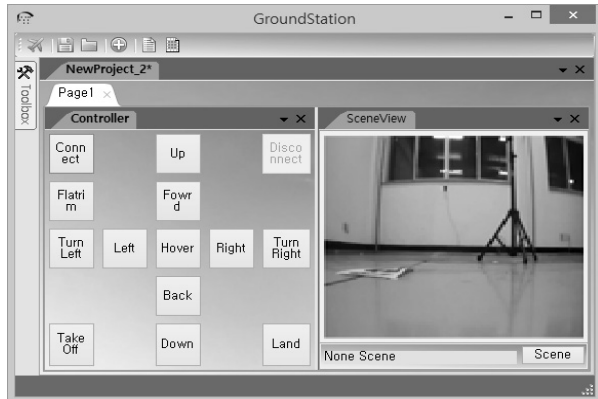


Fig. 1. An Developed Ground Control Station

제안한 방법은 Myo로 UAV를 제어하기 위해서 Fig. 2와 같이 기존에 개발된 지상관제시스템에 추가되어 동작한다. 지상관제시스템은 외부 라이브러리와 내부 라이브러리를 참조한다.

외부 라이브러리는 서드 파티 모듈로 Myo Sharp[7]과 Myo SDK를 참조한다. Myo Sharp은 Myo를 시스템 개발 환경(C# 코드)에서 동작할 수 있도록 하기 위해서 참조한다. 이는 별도의 외부 라이브러리 Code Contracts[8]를 필요로 하기 때문에 추가로 참조한다. Myo SDK는 Myo의 연결, 연결 해제, 그리고 데이터 수신 등의 기능을 처리하기 위해 참조한다.

내부 라이브러리는 내부 라이브러리 GS Abstract Event와 GS Core가 있으며 이를 참조하여 UAV를 제어한다. GS Abstract Event는 UAV를 제어하기 위한 명령을 생성하는 인터페이스를 제공한다. GS Core는 GS Abstract Event에서 활용되며, 사용자 인터페이스 시스템 중 패널 제어를 위해 참조한다.

제안한 Myo 기반의 UAV 제어 시스템은 제어 시스템과 사용자 인터페이스 시스템으로 구분한다. 제어 시스템은 Myo 관리 시스템, 데이터 변환 시스템, 그리고 명령 신호 생성/전달 시스템으로 구성된다. Myo 관리 시스템은 Myo의 연결, 연결해제, 그리고 데이터 수신 기능을 제공한다. 데이터 변환 시스템은 Myo로부터 수신한 값을 명령 생성이 가능한 수치로 변환하는 기능을 제공한다. 마지막으로 명령 신호 생성/전달 시스템은 명령 생성이 가능한 수치 데이터로 명령을 생성 후 UAV로 명령을 전달하는 기능을 제공한다.

사용자 인터페이스 시스템은 Myo 패널, 원시 데이터 패

널, 모션 패널, 그리고 명령 패널로 구성한다. Myo 패널은 Myo의 모든 제어 기능을 처리하며 Myo의 연결 상태를 확인한다. 원시 데이터 패널, 모션 패널, 그리고 명령 패널에서는 각 제어 시스템들의 데이터를 출력한다.

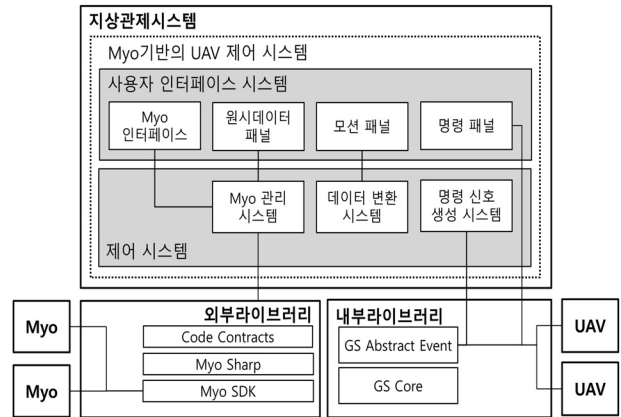


Fig. 2. The Structure of Myo based UAV Control System

2.2 제어 시스템

제안한 제어 시스템은 Myo 관리 시스템, 데이터 변환 시스템, 명령 신호 생성/전달 시스템으로 구성한다. 제어 시스템은 Myo와의 연결 관리를 단일화하기 위해서 싱글톤 패턴 [9]을 적용한다. 제어 시스템은 양 팔에 각각 하나의 Myo를 착용했을 때에만 기능이 작동되도록 제한하여 오작동이 되지 않도록 한다.

1) Myo 관리 시스템

Myo 관리 시스템은 Myo의 연결 및 연결해제를 관리한다. 연결된 Myo로부터 수신되는 방향을 사원수(x, y, z, w)로 표현한 데이터와 8개의 근전도 센서 데이터를 수신한다. Myo가 인식 가능한 동작 중 UAV 제어에 필요한 일부 동작만 인식하도록 적용한다. 인식 가능한 일부 동작으로 사용자의 이·착륙 및 호버링을 수행시킴으로써 직관적인 UAV 제어가 가능하다.

Myo 관리 시스템은 Fig. 3과 같이 동작한다. Myo 및 Myo 관리 시스템을 초기화한다. Myo가 연결되면, 각 팔에 처음 연결되는 Myo의 연결 이벤트를 등록한다.

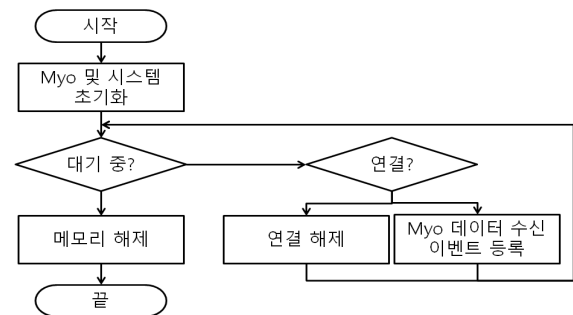


Fig. 3. The Flowchart of Myo Management System

2) 데이터 변환 시스템

데이터 변환 시스템은 수신한 Myo의 데이터들을 UAV 방향 제어가 가능한 신호로 변환한다. 왼팔의 방향 데이터와 근전도 데이터를 UAV 이동 제어 신호로 변환한다. 오른팔의 방향 데이터와 근전도 데이터를 고도 상승/하강 및 회전 제어 신호로 변환한다.

Myo로부터 수신 받는 데이터는 세 단계로 구분하여 변환한다. 첫 번째, Myo로부터 수신한 사원수를 Equation (1), (2) 그리고 (3)을 통해서 오일러 각도로 변환한다. 오일러 각도는 라디안 단위로 표현한다.

$$roll = \arctan\left(\frac{2xw+2yz}{1-2x^2-2y^2}\right) \quad (1)$$

$$pitch = \arcsin(\max(-1, \min(1, 2(yw - xz)))) \quad (2)$$

$$yaw = \arctan\left(\frac{2xz+2xy}{1-2y^2-2z^2}\right) \quad (3)$$

두 번째, 계산한 오일러 각도를 Eq. (4), (5), 그리고 (6)을 사용해서 18개의 구역 값으로 구분하여 표현한다. 계산한 값은 처리과정을 단순화하기 위해서 정수로 변환한다.

$$roll_area = \frac{roll + \pi}{2\pi} \times 18 \quad (4)$$

$$pitch_area = \frac{pitch + \pi}{2\pi} \times 18 \quad (5)$$

$$yaw_area = \frac{yaw + \pi}{2\pi} \times 18 \quad (6)$$

세 번째, roll_area는 18개의 구역 중에서 전방 9개만 제어 신호로 사용하기 위해서 필터링한다. 팔이 뒤로 갈 경우에는 제어 신호로 사용하지 않는다.

3) 명령 신호 생성/전달 시스템

명령 신호 생성/전달 시스템은 변환된 신호에 대응되는 UAV 제어 명령 신호를 생성하고, UAV로 명령 신호를 전달한다. 세부적으로는 데이터 변환 시스템으로부터 변환된 신호를 지상관제시스템이 수신한다. 명령 신호 생성 모듈로 UAV 제어가 가능한 명령 신호들을 생성한다. 그리고 생성한 명령을 UAV에 전달한다.

2.3 사용자 인터페이스 시스템

제안한 시스템 중에서 사용자 인터페이스 시스템은 Myo 패널, 원시 데이터 패널, 모션 패널, 그리고 명령 패널로 구성된다.

1) Myo 패널

Myo 패널은 Myo의 두 팔 연결 상태를 Fig. 4와 같이 표시한다. 사용자는 Myo 패널로 측정된 Myo 신호를 측정하고 파일로 출력한다. 초기화를 통해서 수집한 Myo 신호를 초기화할 수도 있다.

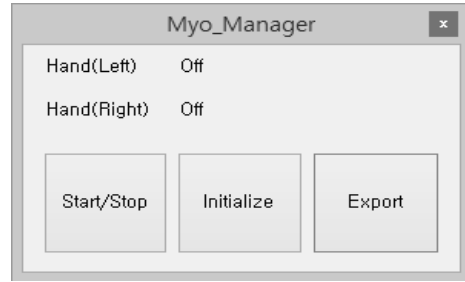


Fig. 4. Myo Manager Panel

2) 원시 데이터 패널

원시 데이터 패널은 왼팔과 오른팔에 착용한 각각의 Myo로부터 받은 데이터를 Fig. 5와 같이 시각적으로 표현한다. 수신 받은 데이터는 Myo의 방향 사원수(x, y, z, w)와 8개의 근전도 센서 데이터이다.

해당 시스템의 원시 데이터를 숫자로 출력하면 시각적으로 변화를 확인하기가 어렵다. 이를 보완하기 위해 검은 원과 흰 원으로 표현한다. 각 원들은 Myo로부터 수신되는 데이터의 최소와 최대치를 고려하여 다섯 등분하고 좌측부터 검은 원으로 채운다. 흰 원으로는 나머지 부분을 채운다.

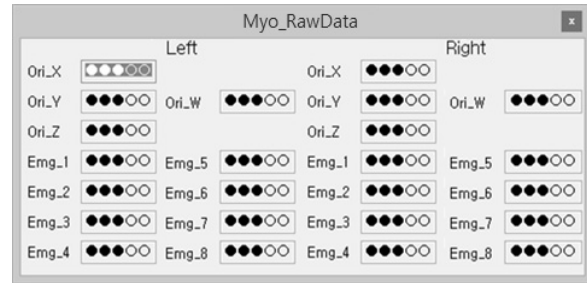


Fig. 5. Raw Data Panel

3) 모션 패널

모션 패널은 Fig. 6과 같이 UAV 제어 상황을 인지하기 위한 사용자 인터페이스를 제공한다. 좌측의 큰 원은 전방향 이동, 우측의 사각형은 상승 및 하강 고도 조작 그리고 좌우 회전 조작하는 것을 표현한다. 작은 원 두 개는 사용자의 팔 움직임을 표시한다.

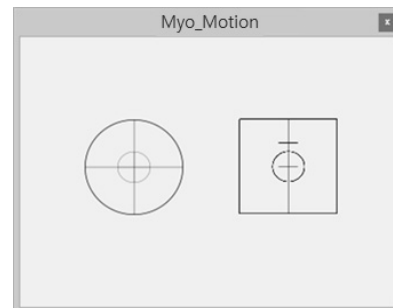


Fig. 6. Motion Panel

4) 명령 패널

명령 패널은 Fig. 7과 같이 UAV로 명령어를 송신할 때, 송신된 명령을 출력하여 사용자의 모션에 따라 생성한 명령 신호를 확인한다. 사용자가 사용 가능한 명령어는 UAV의 전진 방향 이동, 상승 및 하강 고도 조작, 좌우 회전, 이착륙, 그리고 호버링 등으로 구성한다.

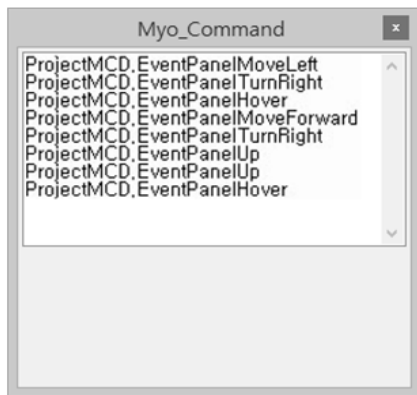


Fig. 7. Command Panel

3. Myo를 이용한 동작 실험

3.1 제어 방법

Myo를 이용한 UAV의 제어 방법은 일반적인 UAV 조종기의 조작법을 기반으로 정의한다. UAV의 조종법을 양 팔에 적용하고 있는 방법은 Fig. 8과 같다. 왼팔을 위아래로 움직이면 UAV가 앞뒤로 움직이고, 좌우로 움직이면 UAV가 좌우로 움직인다. 오른팔을 위아래로 움직이면 UAV가 상하로 움직이고, 좌우로 움직이면 UAV가 좌우로 회전한다.

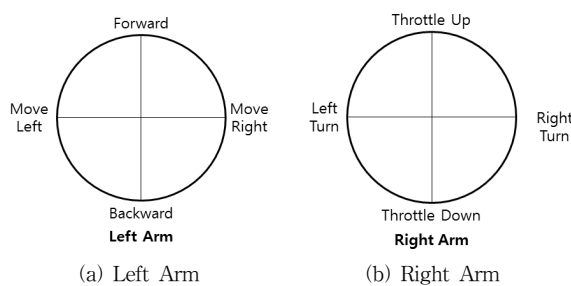
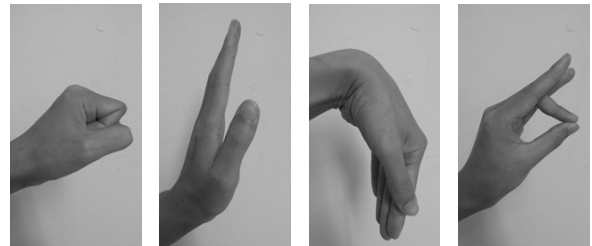


Fig. 8. UAV Control Method using Myos

인식 가능한 동작들은 Fig. 9와 같다. 동작 명령을 내릴 때는 항상 Fig. 9(d)와 같이 손가락을 두 번 탭 한다. 이는 사용자가 의도하지 않은 움직임을 통해 명령 생성 및 전달 과정이 발생하지 않도록 한다. 탭을 두 번 하고나서 Fig. 9(b)를 수행하면 해당 손의 기준점을 재인식하는 명령이다. Fig. 9(a)는 데이터 수신 기능을 On/Off하는 기능이다. 마지막으로 Fig. 9(c)는 이착륙을 수행한다.



(a) Fist (b) Wave out (c) Wave in (d) Tap

Fig. 9. UAV Control using Myo Motions

3.2 실험 결과

실험에서는 Table 1과 같이 UAV 제어 시나리오를 Fig. 10과 같이 개발한 지상관시스템에서 데이터를 수집했다. Table 1을 통해서 14초에 왼쪽으로 움직이는 명령과 함께 전진하라는 명령이 발생되었다. 38초에는 전진하는 명령, 67초에는 오른쪽으로 움직이는 명령과 전진하라는 명령을 동시에 발생시켰다. 마지막으로 89초에는 오른쪽으로 움직이는 명령을 발생시켰다.

113초에는 오른쪽으로 회전하는 명령이 발생시켰다. 142초에 오른쪽으로 회전하는 명령, 고도를 상승하는 명령이 함께 발생시켰다. 162초에 고도 상승 명령, 165초에 고도 상승 명령과 왼쪽으로 회전하는 명령이, 172초에 왼쪽으로 회전하는 명령을 발생시켰다.

Table 1. Command Generation Scenario

Time(s)	Left Arm	Right Arm
1	Move Left	
14	Move Left, Forward	
38	Forward	
67	Move Right, Forward	
89	Move Right	
113		Turn Right
142		Turn Right and Up
168		Up
169		Turn Left and Up
172		Turn Left

실험을 통해서 측정된 결과는 Fig. 11, 12, 그리고 13과 같다. Table 1의 시나리오와 같이 실험이 시작될 때 팔을 왼쪽으로 뻗은 상태이기 때문에 11초까지 뻗은 상태의 값을 보였다. Fig. 11에서는 원시 데이터의 변화를 나타낸다. Fig. 12에서는 명령을 생성하기 위한 팔 동작의 구역 값을 나타낸다. Fig. 13에서는 발생한 UAV 제어 신호를 나타낸다. 실험을 통해서 제안한 시스템의 데이터 측정부터 UAV 제어까지의 처리 과정을 확인할 수 있었다.

왼팔과 오른팔의 역할을 보여줄 수 있었으며, 각 팔의 수신 기능을 제어함으로써 양 팔에 Myo를 착용하고 있어도, Myo로부터 수신한 값을 UAV 제어 신호로 변환할 것인지에 대한 조작을 통해서, 사용자의 편의를 제공하였다.

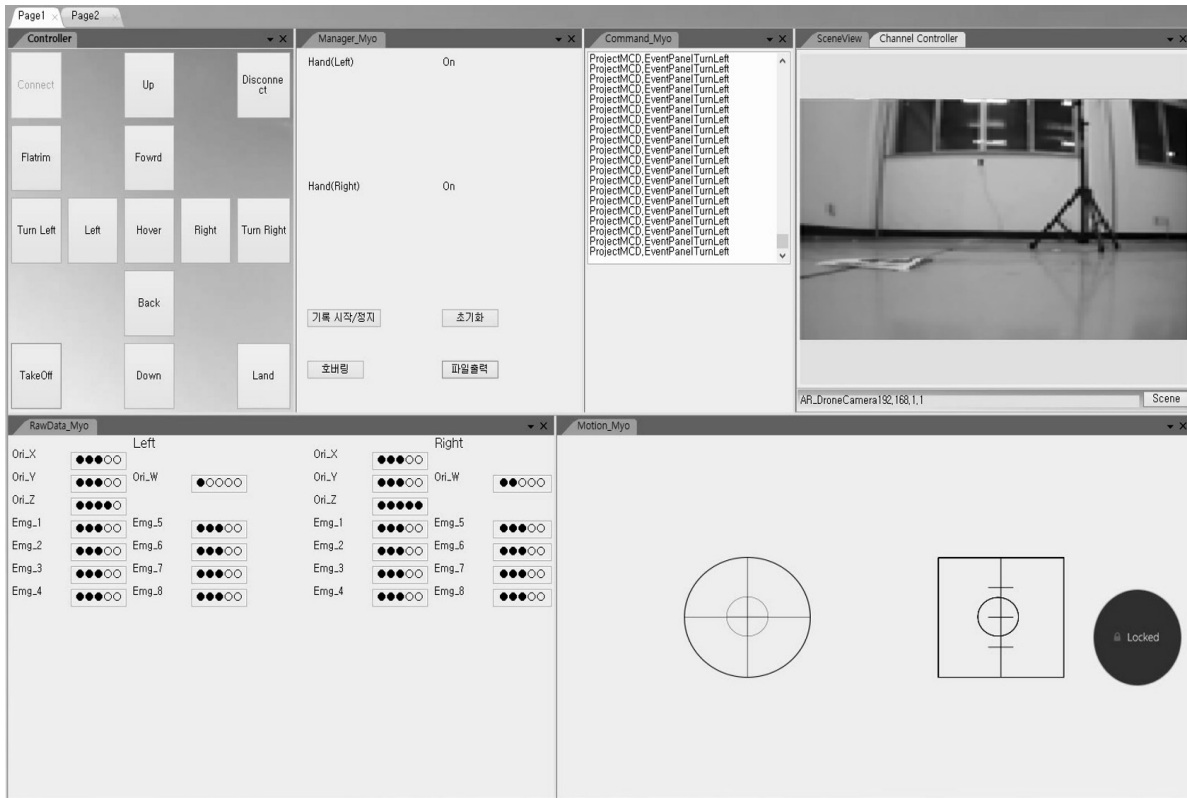
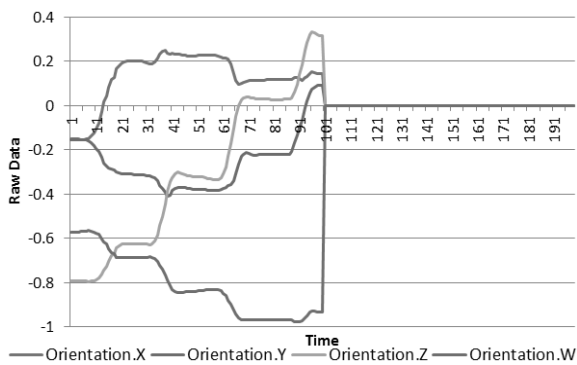
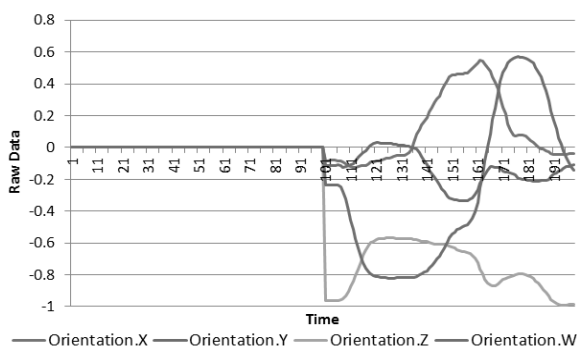


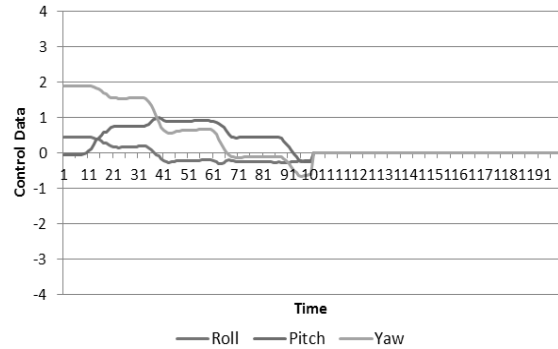
Fig. 10. Screen Shot of Myo-based Ground Control Station



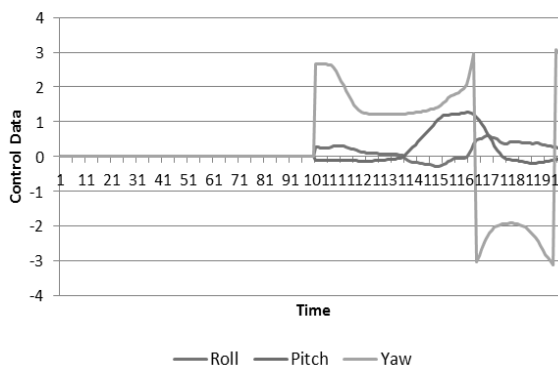
(a) Left Arm Myo Raw Data



(b) Right Arm Myo Raw Data



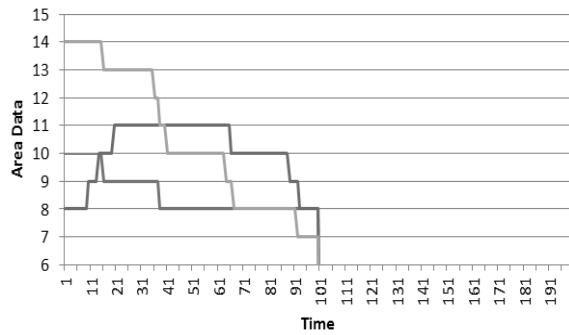
(a) Left Arm UAV Control Signal



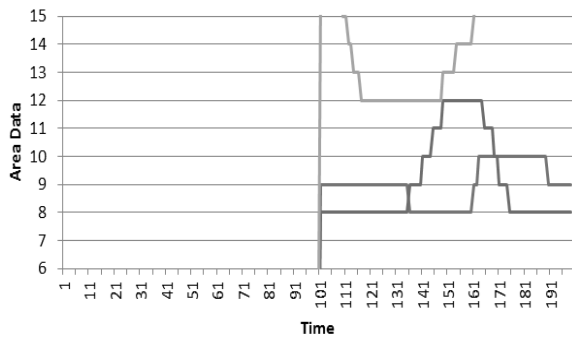
(b) Right Arm UAV Control Signal

Fig. 11. Raw Data of Myos

Fig. 12. Measured UAV Control Signals



(a) The UAV Area by Left Arm Data



(b) The UAV Area by Right Arm Data

Fig. 13. UAV Area by Arm Data

4. 결 론

이 논문에서는 Myo를 이용한 UAV 제어 시스템 설계 기법을 제안한다. 제안한 시스템을 통해서 직관적인 UAV 제어가 가능하다는 것을 확인할 수 있었다.

제안한 시스템의 장점들은 다음과 같다. 첫 번째, 지상관제시스템에 Myo와 같은 체감형 장치를 연결하여 다종의 UAV 제어가 가능하다. 두 번째, 체감형 인터페이스로 직관적인 UAV 제어가 가능하다. 세 번째, 복잡하고 세밀한 UAV 제어가 가능하다. 네 번째, 기존의 조작법을 채택함으로써 사용자는 친근하게 혹은 학습의 한 방식으로 UAV 제어가 가능하다.

References

[1] Paul Gerin Fahlstrom, Thomas James Gleason, Introduction to UAV Systems, Forth Edition, Willy, 2012.
 [2] Yunsick Sung, Jeonghoon Kwak, Deokgyu Yang, and Youngmin Park, "Ground Station Design for the Control of Multi Heterogeneous UAVs," *Korea Multimedia Society Spring Conference*, Vol.18, No.1, pp.829-830, Andong Culture and Art Center, Andong, Korea, May, 28-30, 2015.

[3] Deokgyu Yang, Jeonghoon Kwak, and Yunsick Sung, "Ground Station Framework Design for Multiple UAVs with Embedded Devices," *Advanced Science and Technology Letters (ASTL)*, Vol.107, pp.20-24, 2015.
 [4] Myo [Internet], <https://www.myo.com/>.
 [5] Pfeil, Kevin, "An Exploration Of Unmanned Aerial Vehicle Direct Manipulation Through 3D Spatial Interaction," University of Central Florida, Master Thesis, 2013.
 [6] Jonathan Cacace, Alberto Finzi, and Vincenzo Lippiello, "Multimodal Interaction with Co-located Drones for Search and Rescue," *2nd Workshop on Artificial Intelligence and Robotics*, pp.54-67, 2015.
 [7] Myo Sharp [Internet], <https://github.com/tayfuzun/MyoSharp>.
 [8] Code Contracts [Internet]<http://research.microsoft.com/en-us/projects/contracts/>.
 [9] Gamma Erich, Richard Helm, Ralph Johnson, and John Vlissides, "Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software," Pearson Publisher, 2007.



김 혁

e-mail : hyeok@kmu.ac.kr

2009년~현 재 계명대학교 컴퓨터공학부
게임모바일공학전공 학사과정

관심분야: Unmanned Aerial Vehicle,
Arcade Game, Racing Game



김 동 욱

e-mail : donguk@kmu.ac.kr

2010년~현 재 계명대학교 컴퓨터공학부
게임모바일공학전공 학사과정

관심분야: Unmanned Aerial Vehicle,
RPG Game, Mobile Application



성 연 식

e-mail : yunsick@kmu.ac.kr

2004년 부산대학교 정보컴퓨터공학전공
(학사)

2006년 동국대학교 컴퓨터공학과(석사)
2012년 동국대학교 게임공학과(박사)

2006년~2009년 삼성전자(주)

2009년 신홍대학교 겸임교수

2010년 동국대학교 컴퓨터공학부 겸임조교수

2012년~2013년 University of Florida, Postdoctoral Fellow

2013년~현 재 계명대학교 컴퓨터공학부 조교수

2016년 한국정보처리학회 이사(대학협력위원)

관심분야: Unmanned Aerial Vehicle, Serious Game, Pervasive Computing, Robotics