

드론을 활용한 방문객 길 안내 시스템

서예지 · 진영서 · 박태정¹¹덕성여자대학교 디지털미디어학과

Navigation System Using Drone for Visitors

Yeji Seo · Youngseo Jin · Taejung Park¹¹Department of Digital Media, Duksung Women's University, Seoul 123-456, Korea

[요 약]

드론 기술은 점점 더 고도화되고 있는 카메라 및 센서 등의 감지 능력과 신속한 비행을 기반으로 하는 이동 능력 덕분에 다양한 분야에서 활용되고 있으며 그 기대도 점점 더 높아지고 있다. 본 논문에서는 이러한 응용의 하나로 MIT Senseable City Lab에서 소개한 Skycall과 유사한 프로토타입을 직접 구현하고 실제 상황에서의 장점과 한계를 논의하고자 한다. 이러한 목표를 위해 안드로이드 스마트폰을 기반으로 드론을 기반으로 한 보행자 길 안내 시스템 프로토타입 구현하였다. 제안하는 시스템은 대학 캠퍼스나 공단 지역 같이 여러 건물들이 밀집해 있는 공간 상에서 방문객들의 길 안내는 물론 인증되지 않은 방문객의 시설 접근을 차단하는 보안 기능도 구현한다. 마지막으로 프로토타입 제작 중 발견한 문제점에 대한 논의와 제안을 제시한다.

[Abstract]

In our modern society, the utilization of the advanced drone which is capable of performing variety of tasks has been gradually increasing. In this paper, we present an application, similar to the prototype "Skycall" that had been introduced in the MIT Senseable City. To assess this concept, we have implemented a prototype of drone-based pedestrian navigation depending on the Android smartphone. Our system is not only able to guide the user in a very complicated place, where buildings are compacted, but also to block unauthorized visitors from accessing the facilities. And we discuss some problems we found and suggest the direction to address them.

Key word : Drone, Unmanned aerial vehicle, Android, Outdoor flight, Navigation Service

색인어 : 드론, 무인항공기, 안드로이드, 야외 주행, 길 안내 서비스

<http://dx.doi.org/10.9728/dcs.2017.18.1.109>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received 05 December 2016; Revised 23 December 2016

Accepted 25 February 2017

*Corresponding Author; Taejung Park

Tel: +82-02-901-8339

E-mail: tjpark@duksung.ac.kr

1. 서론

신산업 드론은 그 활용성이 점차 증대되고 있다. 항공촬영, 군사용, 엔터테인먼트용 등에 이르기까지 점차 그 활용도가 높아지고 있다. 군사무기로 처음 개발된 드론은 수십 년 동안 수색정찰 및 간단한 공격, 훈련 목적으로 사용되면서 발전되어 왔다가 최근에서야 민간 시장에서의 상업적 활용사례가 증가하고 있다. 즉, 그동안 군사기술로만 생각되던 드론 기술은 탑재된 카메라 및 센서 등의 감지능력과 무인기로서의 신속하고 간편한 이동능력에 주목한 민간시장으로 확산되면서 다양한 분야에서 활용될 수 있는 가능성이 더욱 높아지고 있다[1].

정부는 무인이동체를 이용함에 있어 여러 분야에서의 성장 가능성을 예상하고, 국가 신성장 동력으로서의 발전 가능성에 주목하고 있다. 그림1)을 참고하면 정부는 무인이동체 시장이 2015년 251억 달러에서 2025년에는 1,537억 달러로 증가하며, 이 중 무인기는 20%정도인 307.4억 달러로 예상하고 있다[2].

MIT Senseable City Lab에서는 대학 캠퍼스나 공업단지 등의 건물 밀집 지역을 처음 방문한 방문자의 신원을 파악하고 길을 안내하는 Skycall[3]을 제안한 바 있다. 이 시스템은 해당 지역을 처음 방문한 방문객의 신원을 확인하고 기밀 정보가 보관 혹은 생산되는 건물로의 접근 정보를 선택적으로 허가할 수 있도록 함으로써 보안 문제를 해결하고 드론을 따라 간다는 직관적인 인터페이스를 이용해서 기술적인 사용 장벽을 해소한 특징이 있다. 그러나 Skycall은 구체적인 구현 정보나 기술적 상세 정보가 공개된 적이 없다.

본 논문에서는 이 Skycall 개념을 기초로 구현한 시스템의 세부적인 구현 방법을 소개하며 실험에서 발견한 한계를 논의함으로써 향후 드론 시스템의 설계 방향을 제안하고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 시스템 개발에 필요한 관련연구를 소개하고, 3장에서는 시스템 설계 및 구현결과를 제시한다. 4장에서는 제안하는 프로토타입의 실험 결과를 통해서 얻은 향후 개선 방안을 논의하며 마지막으로 5장에서 결론을 정리한다.

II. 관련 연구

2-1 드론

드론의 정식 명칭은 UAV(Unmanned Aerial Vehicle)로, '사람이 탑승하지 않는 항공기'이다. 초기에는 군사용 목적으로 개발되어 활용되었지만, 현재는 여가용, 서비스용 등 활용목적이 다양해지는 추세이다[4].

드론은 형태에 따라 고정익과 회전익 드론으로 분류된다. 현재 대중적으로 판매되고 있는 드론은 쿼드콥터 형태의 회전익 드론이다. 본 논문에서 사용한 드론 역시 쿼드콥터의 한 종류로, 프랑스 기업 Parrot에서 판매하는 AR.Drone 2.0을 사용하였다(그림 1).



그림 1. Parrot사의 AR.Drone 2.0
Fig. 1. Parrot's AR.Drone 2.0

쿼드콥터는 4개의 모터가 부착된 드론을 말한다. 각 모터에는 프로펠러가 부착되어 있어, 이를 통해 발생하는 추력을 이용해 비행한다. 그림 2와 같이 드론은 X, Y, Z의 3축을 기준으로 회전하여 이동한다. 각 축을 기준으로 회전하는 것을 Roll, Pitch, Yaw라고 칭하며, 이를 통해 좌우수평이동, 전후방이동, 좌우회전을 수행한다.

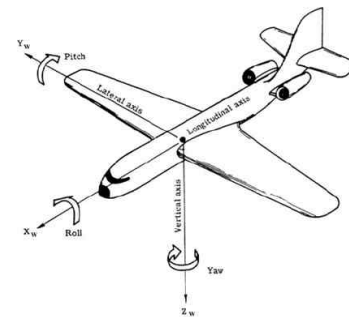


그림 2. 드론의 좌표축과 이동방향
Fig. 2. Drone's 3 axes and movements

2-2 GPS

GPS(Global Positioning System)는 미국 국방부에서 개발된 위성항법시스템으로, 인공위성을 이용하여 위치를 결정할 수 있게 하는 체계이다. 24개의 위성을 이용하여 위치와 시각을 계산하며, 그 중 4개 이상의 위성으로부터 신호를 받아 위치를 계산한다[5].

본래 군사 목적으로 개발된 GPS는 실생활 속에서 다양한 용도로 활용되고 있다. 특히 스마트폰과 같은 모바일 기기에 탑재되어 다양한 형태의 위치기반 서비스에 활용되고 있다.

하지만 도심 등의 사용 환경에서는 신호를 수신되지 않는 경우가 발생한다. 이러한 단점을 보완하기 위해 모바일 기기에는 A-GPS(Assisted GPS) 시스템이 사용된다. 그림 3과 같이 A-GPS는 GPS 위성의 정보를 담고 있는 보조 서버를 운용한다. 이를 통해 단말기 내의 GPS 수신기가 신호를 수신하기 어려운 상황일 때, 이동통신망이나 무선인터넷을 이용하여 위성 정보를 전달받는다[6].



그림 3. A-GPS의 개념도
Fig. 3. Diagram of A-GPS

안드로이드 또는 iOS 등 스마트 폰에 탑재되는 운영체제는 단말기에 부착된 GPS 수신기로부터 현재 GPS 정보를 읽어올 수 있는 방법을 제공한다. 본 논문에서 사용한 안드로이드 운영 체제에서는 android.location 패키지를 통해 위치정보를 이용할 수 있다.

III. 시스템 설계 및 구현

3-1 시나리오

본 시스템은 Skycall 컨셉[3]에서처럼 대학 캠퍼스 또는 공단 등 독립적인 건물이 밀집해 있는 지역에 처음 방문하는 방문자에게 드론을 이용한 길 안내 서비스를 제공한다. 이 길 안내 과정은 애플리케이션을 통해 등록된 약속 정보를 바탕으로 이루어지며, 시스템의 전체적인 시나리오는 다음과 같다.

- 구내 약속등록자가 방문자의 이름과 연락처, 자신이 위치한 건물을 입력하여 약속을 등록한다.
- 방문자는 지역 출입구에 도착했을 때, 자신의 이름과 연락처를 이용해 등록된 약속을 확인 한다.
- 등록된 약속이 자신의 방문 내용과 일치할 경우, 버튼을 눌러 안내를 시작한다.
- 길 안내의 시작점은 특정 위치로 제한한다.
- 안내가 시작되면 드론은 이륙하여 목적지까지 주행한다.
- 사용자는 주행 중인 드론을 따라감으로써 길을 안내받는다.
- 드론은 목적지에 도착하면 착륙하여 안내를 종료한다.

3-2 개발 환경

본 시스템은 안드로이드 운영체제에서 동작하는 애플리케이션의 형태로 제작되었다. 개발 환경은 다음과 같다.

- Android 4.1.2 (API 16)
- Android Studio 2.1.3
- AR.Drone SDK 2.0.1
- MySQL 5.5.47 & Apache 2.4.7

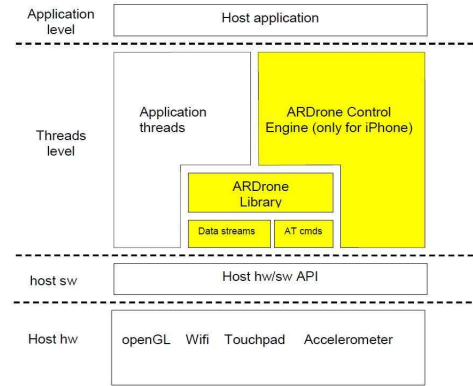


그림 4. AR.Drone SDK 2.0.1의 구조
Fig. 4. Architecture of AR.Drone SDK 2.0.1

본 논문에서는 드론의 제어를 위해 제조사인 Parrot에서 제공하는 AR.Drone SDK의 2.0.1 버전을 사용하였다(그림 4). 해당 SDK에 포함된 안드로이드용 SDK는 통합개발환경 중 Eclipse 용 프로젝트이지만, 현재 안드로이드 애플리케이션을 제작하기 위해서는 Google에서 개발한 Android Studio를 이용해야 하므로 Git에 등록된 동일 버전의 Android Studio용 SDK를 사용하였다.

3-3 구현

1) 전체 시스템 개요

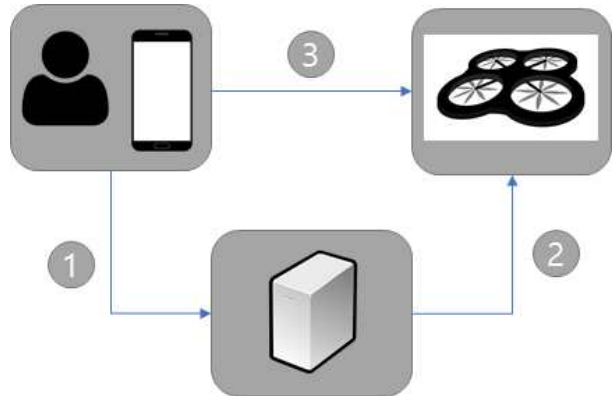


그림 5. 전체 시스템 개요
Fig. 5. System Overview

그림 5에서는 전체 시스템 개요를 제시한다. 먼저 안내를 원하는 사용자는 자신의 스마트폰으로 서버에 연결해서 드론을 요청한다(그림 5의 ①). 서버는 인증 절차를 거친 후 이상이 없으면 무선 네트워크로 드론을 연결한 후 지정된 현재 사용자의 위치로 드론을 이동시킨다(그림 5의 ②). 사용자의 위치로 이동한 드론은 서버와의 무선 연결을 종료하고 그 후 사용자의 스마트폰은 서버로부터 받은 드론 네트워크 정보를 이용해서 드론과 무선 연결을 수행한다(그림 5의 ③).

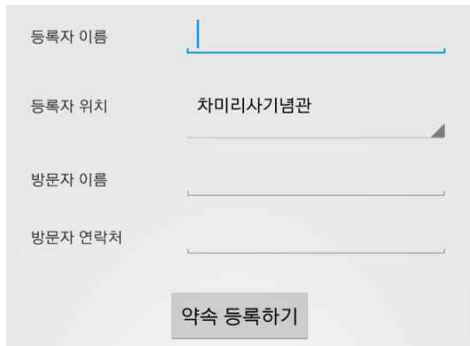


그림 6. 약속 등록 화면
Fig. 6. Screen of adding appointments

2) 약속 관리 구현

서버 인증 과정은 실제 구현에서 약속 관리 형식으로 구현되었는데 약속 관리의 경우, 약속 등록·수정·삭제의 세 가지 기능으로 분류된다. 가장 먼저, 약속 등록의 경우 그림 6처럼 사용자로부터 방문자의 이름과 연락처, 자신이 위치한 건물을 입력받아 이루어진다. 본 시스템에서 약속 등록 시에 입력되는 정보는 안내가 종료되면 더 이상 유효하지 않은 일회성 정보이다. 따라서 별도의 회원가입 절차를 만들지 않고, 최소한의 정보만 입력받아 약속을 등록할 수 있도록 하였다.

약속 수정 및 삭제 메뉴는 약속을 등록한 사람이 이용할 수 있도록 하였다. 등록자가 본인의 이름을 입력하여 기존에 등록된 약속의 내용을 수정하거나 삭제할 수 있도록 한다(그림 7).

위와 같은 과정을 통해 등록된 약속 정보는 방문자가 길 안내를 받을 때 사용된다. 방문자는 학교에 도착했을 때, 자신의 이름과 연락처를 입력하여 약속 정보를 확인하고 애플리케이션 상에 제시되는 사진을 통해 목적지를 확인한 후, ‘안내 시작’ 버튼을 눌러 본격적인 길 안내를 받는다.

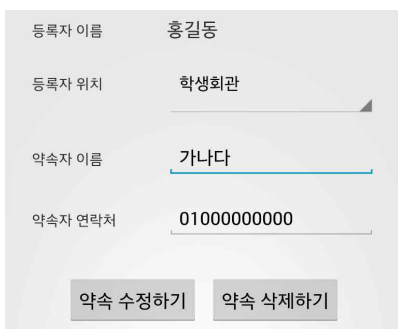


그림 7. 약속 수정 · 삭제 화면
Fig. 7. Screen of modifying/deleting appointments

3) 길 안내 구현

드론은 방문자의 목적지까지 주행하며, 방문자는 드론을 따라감으로써 길을 안내받는다.

가장 먼저, 드론의 주행을 위해 출발점으로부터 각 건물까지의 경로를 구성하였다. 각 경로 상에는 직진 외에 좌회전과 우회전이 포함되어 있으며, 이를 위해 회전이 필요한 지점의 GPS

좌표를 데이터베이스에 저장하였다. 예를 들어, 출발점에서부터 건물 3까지의 경로는 그림 8에서 표시된 것처럼 구성할 수 있으며, 해당 경로를 위해 총 4개의 GPS 좌표를 데이터베이스에 저장하였다.

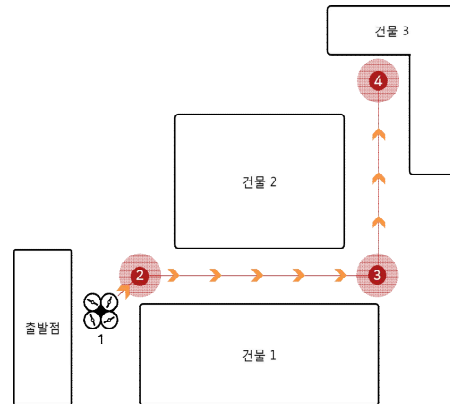


그림 8. 경로 구성 예시
Fig. 8. Path example

방문자가 해당 지역에 도착한 후 본인의 이름과 연락처로 약속을 확인하면, 목적지까지 가기 위해 필요한 GPS 좌표를 데이터베이스에서 읽어와 애플리케이션 내 배열에 저장한다. 그림 9에서처럼 PHP를 이용해 데이터베이스 내의 정보를 출력한 다음, 그 내용을 배열의 형태로 저장한다. 이 때, GPS 좌표는 소수점 6자리의 실수 형태로 저장되며, 이 배열을 경로로 하여 드론이 주행되도록 한다.

```

url = new URL("http://203.252.219.180/gps_info.php?"
.concat(info));
conn = url.openConnection();
conn.connect();

reader = new BufferedReader(
    new InputStreamReader(conn.getInputStream()));

String input = "";
int line_num = 0;

while ((input = reader.readLine()) != null) {
    // 내용을 배열에 저장
}
    
```

그림 9. GPS 저장을 위한 소스코드
Fig. 9. GPS data Repository

드론이 주행을 시작하도록 하기 위해서는, 방문자의 안드로이드 스마트폰과 드론이 Wi-Fi를 통해 연결되어야 한다. 두 기기 사이의 연결은 드론이 송신하는 Wi-Fi 신호를 안드로이드 스마트폰이 수신하는 방법으로 이루어진다. 일반적으로, 스마트폰에서 특정 Wi-Fi를 연결하려면 스마트폰의 설정 메뉴를 이용해야 한다. 이러한 번거로움을 없애기 위해, 버튼을 이용해 드론이 송신하는 Wi-Fi와 연결할 수 있도록 구현하였다(그림 10).



그림 10. Wi-Fi 연결 변경 화면
Fig. 10. Wi-Fi setting screen

Wi-Fi 연결이 성공적으로 이루어지면 애플리케이션 상에 ‘안내 시작’ 버튼이 나타난다. 방문자가 버튼을 클릭하면 드론이 이륙하고, 길 안내가 시작된다.

길 안내 과정에서는 앞선 단계에서 저장된 GPS 좌표 배열을 활용한다. 드론은 각 인덱스에 저장된 좌표를 목적지로 설정하고, 먼저 직진을 수행한다. 이 때, 방문자는 직진하는 드론을 따라 움직이며, 움직이는 과정에서 애플리케이션은 스마트폰의 GPS 좌표를 계속해서 확인한다. 스마트폰이 목적지에 오차범위 내로 접근하면, 애플리케이션은 경로에 따라 드론이 좌회전 또는 우회전 하도록 명령을 전송한다(그림 11). 드론이 회전을 끝내면 배열의 인덱스를 증가시켜 다음 목적지를 새로 설정하고, 드론이 다시 직진을 시작하도록 명령을 전송한다.

배열의 마지막 인덱스까지 도달하여 목표로 하는 건물까지 도착하면, 드론은 착륙하여 최종적으로 목적지에 도착했음을 알린다.

```

void onLocationChanged location
{
    lat ← currentLatitude // 현재 위도 저장
    lon ← currentLongitude // 현재 경도 저장
    if(is_Close(lat, lon))
        currentIndex ++ // currentIndex로 설정된
                        // 위치에 가깝게 도착하면
                        // 다음 위치로 진행
    else
        moveToCurrentDestination() // 직진 비행
}

```

그림 11. 드론 제어 유사 코드
Fig. 11. Drone control pseudocode

IV. 구현 결과 및 한계 논의

앞서 논의한 대로 시중에서 구입 가능한 소비자용 드론인 AR.Drone 2.0으로 MIT Senseable City Lab에서 제안한 Skycall 컨셉을 구현하고 실제 상황에서 테스트를 수행하였다. 이러한 테스트 과정 중에 초기에 생각하지 못했던 몇 가지 문제가 발견되었다.

4-1 자이로센서 오차 누적 문제

실험 중에, 운행을 반복할 경우, 드론의 기울기를 조절하고, 원하는 속도로 조종을 가능하게 하는 자이로센서에 오차 값이 계속 누적되는 드리프트 현상이 발생하였다. 이 현상으로 인해 일정시간이 경과된 후에는 처음보다 정확도가 떨어져 비행 안정성에 문제가 발생한다. 향후 비행 안정성 확보를 위해서 가속도 등 다른 정보를 이용해서 자이로센서 수치 보정을 수행하는 연구를 진행할 예정이다.

4-2 지형 지물 및 다른 보행자에 대한 안전 문제

이동 중인 다른 보행자의 밀도가 높을 때 안전한 길 안내를 위해서는 드론이 방문자의 시야에서 벗어나지 않으면서도 주변 지형지물을 회피해야 하고 동시에 주변의 다른 보행자의 보행에 방해가 되어서는 안된다.

제안하는 프로토타입의 실험 결과, 단순히 GPS에만 의존하는 방식만으로는 앞서 언급한 목표의 달성에 한계가 있다는 사실을 발견하였다. 특히 기후 또는 계절적 영향에 따라 가변적인 지형지물(예, 나무)이나 이동 중인 인공물(예, 높이가 높은 트럭 등)을 회피하면서 원래 목적대로 길 안내를 수행하기 위해서는 초음파 센서 혹은 적외선을 이용한 거리장 센서 등의 활용이 필수적이라는 결론을 내렸다.

4-3 높은 고도에서의 바람의 영향

앞서 언급한 두 번째 문제, 즉, 지형지물 및 다른 보행자를 회피하면서 안전하게 비행해야 한다는 조건을 충족시킬 수 있는 간단한 방법들 중 하나는, 안내를 받는 방문객이 시야에서 드론을 놓치지 않을 수준 내에서 높은 비행 고도를 유지하는 방법을 생각해 볼 수 있다.

그러나 실험 결과 고도가 상승할수록 상층부의 풍속이 증가하며 그로인한 영향이 심해져서 원하는 대로 제어가 되지 않는 문제가 빈번하게 발생하였다. 따라서 이 방법 역시 기상 조건에 따라서는 안정적인 비행이 불가능한 경우가 빈번하게 발생하기 때문에 주변 보행자의 안전을 유지하면서 바람의 영향을 최소한으로 받는 고도(약 2~3m)에서 다른 센서를 이용한 회피 알고리즘 개발이 진행되어야 할 것으로 본다. 이러한 용도로 적용 가능한 잠재력이 있는 추가 센서로는 초음파 센서나 적외선을 이용한 깊이장 센서 등이 있으나 초음파 센서는 해상도가 낮다는 문제가 있고 깊이장 센서의 경우 적외선을 이용하기 때문에 야외나 특정 조명환경 하에서 간섭이 발생[7]한다는 단점이 있기 때문에 추후 이러한 문제를 해결할 수 있는 센서가 개발되어야 할 것으로 판단한다.

V. 결론

본 논문에서는 현재 보편적으로 보급된 소비자용 등급 드론들 중 하나인 AR.Drone 2.0으로 Skycall 컨셉을 실제로 구현하고 그 실용성과 문제점을 파악하였다. 구현 결과 원래 의도한 보안성과 편의성 측면에서는 우수하다고 할 수 있었으나 현재 널리 보급된 소비자용 수준의 드론으로는 안정성 및 안전성 측면에서 문제가 있음을 발견하였다. 향후 보다 실용적인 애플리케이션으로 발전시키기 위해서 논의한 문제들을 해결하는 연구를 수행할 예정이다.

감사의 글

본 연구는 덕성여자대학교 2016년도 교내연구비 지원에 의해 수행되었음.

참고문헌

[1] Jong-Min Kim, Young-Sub Kim, Eun Kim, and Yun-Seok Lee, "A Study on the Drone Control System Using Android SmartPhone," in *Proceedings of Symposium of the Korean Institute of communications and Information Sciences*, pp.615-617, 2015.

[2] Won-Kyu Lee, "City Management Using Drone," *BDI*, Vol.288, pp.1-12, 2015.

[3] MIT SkyCall [Internet].
Available: <http://senseable.mit.edu/skycall/>

[4] Jeong-hoe Jin and Gwi-bong Lee, "Trend Of UAV/Drone," *Information and Communications Magazine*, Vol.33, No.2, pp.80-85, 2016.

[5] Yu-mi Kim, "GPS Service," *The Journal of The Korean Institute of Communication Sciences*, Vol.20, No.4, pp.56-63, 2003.

[6] Hyeong-Gyun Kim, Yong-Guen Bae, Mi-A Go, "Design and Implement of Smart Phone Tour Game using A-GPS," *Journal of the Korea Society of Computer and Information*, Vol.16, No.6, pp.111-118, 2011.

[7] Taejung Park, "Efficient Filtering for Depth Sensors under Infrared Light Emitting Sources", *The Journal of Digital Contents Society*, Vol. 13, No. 3. pp. 271-278, 2012.



서예지(Yeji Seo)

2013년 ~ 현재: 덕성여자대학교 디지털미디어학과 학부과정

※ 관심분야 : 디지털미디어, 드론, IT융합 등



진영서(Youngseo Jin)

2013년 ~ 현재: 덕성여자대학교 디지털미디어학과 학부과정

※ 관심분야 : 디지털미디어, 드론, IT융합 등



박태정(Taejung Park)

1997년 : 서울대 전기공학부 (공학사)
1999년 : 서울대 전기공학부 대학원 (공학 석사, 반도체 물리 전공)
2006년 : 서울대 전기컴퓨터공학부 대학원 (공학박사, 컴퓨터 그래픽스 전공)

2006년 ~ 2013년: 고려대학교 연구교수

2013년 ~ 현재 : 덕성여자대학교 디지털미디어학과 조교수

※ 관심분야 : 컴퓨터그래픽스, 병렬처리, 게임 물리, 수치해석, 3차원 모델링