

키넥트 및 멀티로터를 이용한 지능형 감시 시스템

오정학* · 유도준* · 구하늘* · 김호승* · 김성우*

*동의대학교 컴퓨터소프트웨어공학과

Intelligent Surveillance System using Kinect sensor and Multirotor

Jung-hak Oh* · Do-jun Yu* · Ha-neul Goo* · Ho-sung Kim*

Seong-woo Kim*

*Dept. of Computer Software Engineering, Dong-eui University

E-mail : libero@deu.ac.kr

요 약

기술이 발전함에 따라 군사 및 보안 분야에서 무인 감시 시스템에 대한 폭넓은 관심이 요구되고 있다. 이러한 감시 시스템은 원격 서버와 연동할 수 있는 소프트웨어를 통해 다양한 서비스를 제공할 수 있다. 본 논문에서는 멀티로터의 원격 제어 및 자동 비행을 위하여 오픈 소스 소프트웨어를 기반으로 제어시스템 및 감시 시스템 소프트웨어를 개발하였다 또한, 리눅스 기반의 서버를 지원하는 Mjpg-streamer, 제어를 위한 Arduino 기반의 Multiwii 그리고 영상처리를 위한 OpenNI와 OpenCV 라이브러리 3종류의 오픈 소프트웨어를 탑재하여 구현된 결과를 보여준다

ABSTRACT

In technology advances, The field of military and security surveillance system for a wide range of interest is required. Surveillance system offers a variety of services by the software that work with a remote access server. This paper shows the results of the implementation using three platforms as Mjpg-streamer for server, Arduino-multiwii for control system, OpenNI and OpenCV for image processing.

키워드

멀티로터(Multirotor), 무인감시정찰기, 원격서버, 클라이언트 웹 미들웨어 영상 모니터링 시스템

I. 서 론

디지털 컴퓨터, 센서, 무선 통신 기술의 발달로 언제 어디서나 여러 가지 서비스를 받을 수 있는 유비쿼터스 환경이 등장하고 있다. 특히 항공기 분야 중 UAV(uncmanned aerial vehicle)는 인구 밀도가 낮은 국가나 지역에서 비행과 관련된 여러 가지 임무에서 발생할 수 있는 안전 문제를 방지하고 수행하는데 상당한 잠재력이 있다.[1] 예를 들면, 바다 위 상공을 비행하며 기상 관측 및 해안 감시 등 사람이 보기 어렵고 인적이 드문 장소를 각종 센서를 이용하여 탐사하는 기능을 예로 들 수 있다.

이러한 현대의 무인 항공기들은 수많은 하드웨어와 소프트웨어 모듈들을 포함하는 복잡한 분산 시스템으로 생각할 수 있다. 항공기 내의 센서,

구동기, 통신 장치 등의 하드웨어는 특정한 작업을 수행하기 위하여 소프트웨어 모듈들과 긴밀하게 협력해야 하며, 항공기는 사용자에게 다양한 서비스를 제공하기 위하여 와이브로 통신 위성통신과 같은 외부 환경과 상호작용을 할 수 있어야 한다. 따라서 이처럼 복잡한 기능들을 구현하기 위해서 소프트웨어는 응용 소프트웨어 컴포넌트들이 유기적으로 연결되고 손쉽게 결합할 수 있도록 하는 미들웨어 구조를 가져야 한다 현재까지 항공기 미들웨어에 관하여 다양한 연구가 이루어져 왔으며, 이러한 무인 항공기들의 자율비행에 관한 다양한 연구들도 진행 중에 있다[2]

한편, 인텔사의 실시간 컴퓨터 영상 프로그램 라이브러리인 OpenCV는 컴퓨터가 인간처럼 입체적으로 볼 수 있게 할 수 있는 소프트웨어로 많

은 이미지 기능을 포함한 도구 박스가 행동 인식 사물 추적, 얼굴 인식 등을 포함하는 컴퓨터 비전 응용 프로그램 개발을 지원하여 사물의 추적에 용이하여 이를 적용하는 방안이 제안되었다. 본 논문에서는 이러한 OpenCV라이브러리를 활용하여 영상에서의 물체를 감지하고 검출할 수 있는 감시 시스템을 제안한다. 또한, PrimeSense사에서 개발한 라이브러리인 OpenNI는 키넥트와 ASUS사의 XtionPro 등의 카메라 센서 장비에서 영상데이터를 가져와 윈도우와 리눅스 등 다양한 운영체제를 바탕으로 C++, C# 등 다양한 언어에서 사용자가 영상데이터를 가공할 수 있도록 개발되었다.

본 논문에서는 이러한 멀티로터라는 무인헬기와 키넥트 센서, 원격조종 및 자율비행, 다양한 라이브러리를 활용한 영상처리기술을 활용하여 스마트 기기 및 웹을 통해 기체를 제어하고 기체의 시야를 통해 특정지역을 감시할 수 있는 무인 정찰 감시 시스템을 제안한다. 본 시스템은 무인헬기를 위한 명령 실행, 센서 모니터링, 카메라 감시, 웹 서비스 등의 다양한 서비스를 통해 헬기를 제어하고 모니터링 할 수 있도록 설계되었다. 또한 본 논문에서 구현한 소프트웨어는 오픈소스 라이브러리를 기반으로 구현하여 누구나 참고할 수 있으며 간단한 구조로 쉽게 적용할 수 있다.

II. 무인 감시 정찰기 제어 시스템 구조

무인 감시 정찰기는 GPS, 위성통신과 같은 통신 기술과 항공기술을 기반으로 하여 전자장치에 의해서 자동조종, 원격조종되며, 목표 상공에서 항공기 내에 장치된 자동카메라로 목표를 촬영하거나 TV 카메라로 영상을 기지에 송신하는 기체이다. 대표적인 예로 드론(drone)은 처음에는 공군기나 고사포의 연습사격에 적기 대신 표적 구실로 사용되었으나, 현재는 대잠공격(對潛攻撃)을 위한 대시(DASH)의 일부로 쓰이고, 정찰 감시의 용도로도 사용된다. 용도에 따라 다양한 드론으로 분류한다.

무인 감시 정찰기의 가장 중요한 요소는 디바이스(device)와 서비스(service)이다. 디바이스는 특정한 서비스를 제공하는 장치를 말하며 여기서 서비스는 디바이스의 특정한 기능에 대한 소프트웨어적인 구현이다.

무인 감시 정찰기는 네트워킹을 위해 TCP/IP, 와이브로와 같은 기존의 인터넷 프로토콜을 사용하고 디바이스가 전송하는 영상데이터는 jpeg로 표현하므로, 미디어나 제품 간 확장성이나 상호 운용성이 용이하고 사용자 GUI는 JAVA Script를 활용하여 크롬, 파이어폭스 등 웹에서도 상호 운용성 및 확장성이 뛰어나 여러 분야로의 파급효과가 크다.

지능형 무인기는 크게 제어, 영상, 그리고 기체에서 데이터를 전송하는 서버와 GUI와 같은 세부

시스템으로 나누어진다.

무인기는 사람과 상호작용하여 원하는 서비스를 제공하는 개체이지만 제어 디바이스의 통제에 동작하게 되고, 이들은 각각 내부적으로 몇 개의 서브시스템으로 구성되어 서로 연동된다.

2.1 무인 감시 정찰기 소프트웨어

본 논문에서 제안하는 무인 감시 정찰기 소프트웨어의 구성은 다음 그림과 같다.

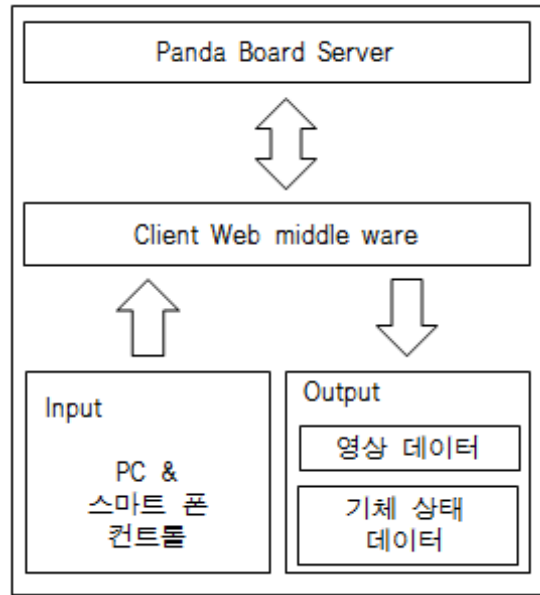


그림 1. 멀티로터 소프트웨어 구성

Fig. 1 Multirotor Software Architecture

1) 클라이언트 미들웨어 기술

입력 값을 확인하고 Panda Board와 통신을 유지하며 사용자에게 영상 및 기체의 상태 데이터를 출력시켜 주는 웹 클라이언트는 브라우저와 기존 시스템의 중간에 있으면서 그 중계역할을 담당한다.

본 논문에서는 Mjpg-streamer를 Panda Board에 적용하여 서버를 구축하고 웹 클라이언트 미들웨어를 제공하도록 구현하였다[3]. 이러한 웹 클라이언트를 통해 Remote Controller를 대신할 수 있는 원격 조종을 위한 PC 컨트롤을 구현할 수 있다.

2) 멀티로터 제어 서버 기술

이러한 지능형 무인기는 특정한 임무를 독자적으로 수행할 수 있지만, 가까이 또는 멀리 떨어져 있는 사용자와 긴밀하게 협력하여 다양한 서비스를 제공할 수 있어야 한다. 멀티로터를 제어하는 디바이스는 자체적으로 운영하는 서비스들과 서버에 연결된 멀티로터의 정보를 관리하고 기체에 적절한 명령을 내리며 반대로 기체로부터 오는 이벤트 및 데이터 그리고 사용자의 요구입력을 처리할 수 있어야 하며, 야외의 불특정

다수의 위급상황 발생 시 자체적으로 대처 처리 할 수 있는 기능을 가져야 한다.

3) 통신 메커니즘

사용자가 원격으로 기체를 제어하거나 반대로 기체에서 사용자 및 다른 곳으로 영상데이터를 전송하기 위해선 서로 간의 통신 구조를 설계하여야 한다. 본 논문에서는 무선통신기술의 하나인 와이브로를 사용하여 기체의 제어 디바이스에서 영상데이터를 전송하고 제어 디바이스가 서버 역할을 하여 사용자로부터 이벤트 및 사용자의 요구를 입력받는다. 이러한 구조는 다양한 클라이언트 디바이스에 대해 호환성을 지원하여야 한다. 영상데이터의 형태는 크게 RGB, Depth 영상을 들 수 있고 사용자의 요구입력은 버튼 이벤트를 예로 들 수 있다. 또한, 사용자의 요구입력은 미들웨어의 입력에 따라 다양한 종류로 구분할 수 있다.

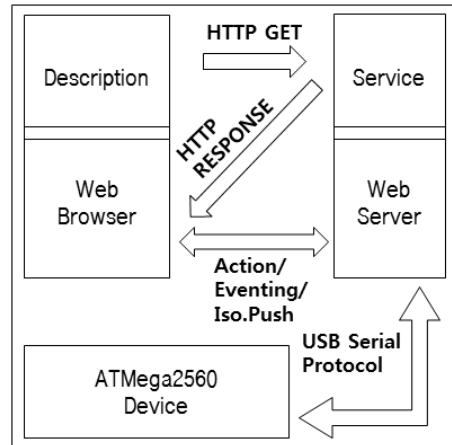


그림 2. 웹 제어 서비스를 위한 통신 과정
Fig. 2 Communication for Web Control Service

2.2 무인 감시 경찰기의 세부 기능

무인 감시 경찰기는 디바이스 서비스를 활용하여 구현된다. 무인 감시 경찰기는 기본적으로 디바이스와 소프트웨어로 구성된다.

1) 카메라 영상 감시 서비스

카메라 영상 모니터링 시스템은 크게 기체의 비행 중과 착륙 시로 구분되어 구현할 수 있다. 비행 중에는 키넥트에서 가져온 RGB, Depth 영상데이터를 OpenNI 라이브러리를 통해 가공하여 mjpg-streamer를 통해 지속해서 영상데이터를 전송한다. 이때 Depth는 적외선영상데이터이기 때문에 야간에도 시야를 확보하여 모니터링할 수 있다. 기체가 특정 지점에 착륙 후에는 사용자의 입력을 받아 감시이벤트를 시작하면 일정 프레임을 촬영 후 OpenCV 라이브러리를 통하여 구현한 CodeBook과 배경제거 기법을 통하여 갈대, 나뭇잎 등 지속해서 움직임을 변화하는 물체에 대해서도 배경으로써 제거가 가능하여 불특정 객체가 시야에 나타날 시 객체를 검출가능하다. 감시 기능 또한 야간에는 Depth영상을 사용하기 때문에 야간에도 시야에 출현한 불특정 객체를 검출할 수 있다. 또한, 모든 영상데이터는 jpeg 파일 형식으로 mjpg-streamer로 입력되기 때문에 영상데이터를 다양하게 가공할 수 있다.

2) 웹 제어 기능

웹 제어 기능은 mjpg-streamer를 활용하여 구현할 수 있다. Panda Board 서버가 멀티로터 제어보드의 명령 프로토콜을 웹 페이지 접속을 통하여 제어 서비스를 받게 된다. 이것은 Ajax 자바 스크립트의 웹 기술들을 활용하여 구현할 수 있다.[4]

III. 구 현

본 논문에서는 다양한 서비스를 탑재하기 위해 아두이노(Arduino) 펌웨어를 이용하여 무인기를 제어할 수 있는 소프트웨어 환경을 구현하였다[5]

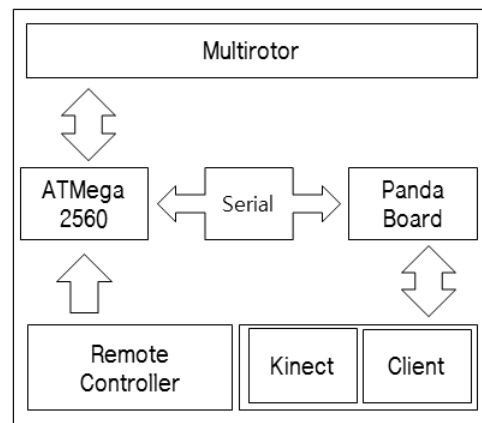


그림 3. 멀티로터 하드웨어 구조
Fig. 3 Multirotor Hardware Architecture

3.1 하드웨어 구성

본 논문에서 설계한 무인기는 다양한 분야에서 사용할 수 있도록 설계되었다. 현재 무인기의 기본프레임은 시중에 많이 유통되고 있는 멀티로터인 QuadCopter를 바탕으로 설계하여 자체 제작하여 구현하였다. 헬기 제어에는 ATMega2560을 기본으로 보드를 자체제작하였고, 서버 및 영상처리를 위하여 ARM 프로세서 기반의 Panda Board를 사용하여 헬기 제어 보드와 시리얼 통신이 가능하도록 탑재하였다. 그리고 마이크로소프트사의 키넥트 센서를 영상센서로 구성하였다. 따라서 실시간 모니터링 및 야간감시 등의 영상데이터를 처

리할 수 있다. 다음 그림은 본 논문에서 적용한 플랫폼의 외양이다.[6]

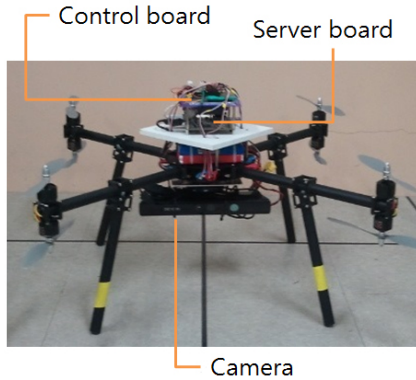


그림 4. 멀티로터
Fig. 4 Multirotor

3.2 영상처리

본 논문에서는 영상처리를 구현하기 위해 영상 처리용 오픈 소스 라이브러리인 OpenCV와 OpenNI를 사용하였다.

영상처리에서는 크게 두 가지, 세부적으로는 3개의 서비스를 구현하였다. 무인기가 이착륙 및 이동 시 모니터링할 수 있는 RGB 영상서비스, 야간에 이착륙 및 이동 시 모니터링할 수 있는 Depth 영상서비스, 특정지점 착륙 후 Depth 영상을 가공하여 출력하는 침입자 감시 모니터링 서비스이다.

3.3 웹 클라이언트 미들웨어

서버에서 제공된 HTML5 및 Java Script 기반의 웹 페이지를 제공받는 클라이언트는 일반 PC의 웹 브라우저뿐만 아니라 HTML5를 지원하는 모바일 기반 웹 브라우저에서도 동일하게 작동된다

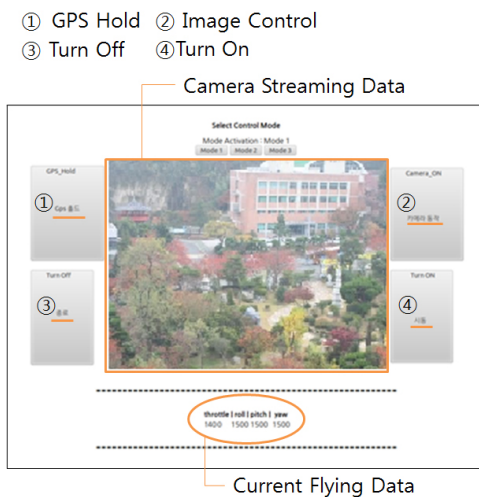


그림 5. 웹 클라이언트
Fig. 5 Web Client

IV. 결 론

본 논문에서는 멀티로터와 Panda Board, 그리고 키넥트를 이용하여 주야간 정찰 및 감시 시스템을 개발하였다. 본 시스템에서는 실제 사용가능한 멀티로터의 제어보드를 제어기로 멀티로터에 탑재된 Panda Board를 기반으로 서버와 영상처리 프로그램 구현하였으며, 구현된 소프트웨어는 오픈 소스로 공개되어 있어 누구나 참고할 수 있으며 간단한 구조로 쉽게 적용할 수 있다는 점이 본 논문의 의의라 할 수 있다.

근래 외국 군사 관련 업체와 대학 연구소뿐만 아니라 국가연구소에서도 무인항공기 개발을 위해 활발하게 활동하고 있으며 특히, 일부 선진국에서는 고급기술들을 바탕으로 이미 상용화가 되어 있지만, 국내는 아직 시작단계이다.

이러한 개발 현황에 맞추어 본 연구에서는 향후 보다 지능적인 무인항공기와 다양하고 고급화된 서비스를 개발할 계획이다. 뿐만 아니라 무인 자동차, 무인 경비정 등 다양한 환경 및 기체로 적용하고 성능을 개선시켜 나갈 계획이다.

참고문헌 및 사이트

- [1] G.K. Egan, R.J. Cooper and B. Taylor, "Unmanned Aerial Vehicle Research", Monash University, 2007
- [2] Nick Smith & Aaron Greer, "STABILIZATION AND NAVIGATION CONTROL SYSTEM FOR AUTONOMOUS AIRCRAFT", Dept. of ECE, 2006
- [3] Mjpg-streamer.
<http://sourceforge.net/projects/mjpg-streamer>
Online; accessed June 29, 2011.
- [4] 김성우, 박유현, 권순각, "UPnP 기반 지능형 로봇 제어 시스템 구현, 한국정보통신학회 논문지, 게재예정.
- [5] arduino - Multirotor firmware system
<http://www.arduino.cc/>
- [6] multiwii - hardware basic setups
<http://www.multiwii.com/connecting-elements>