

실시간 목표물 추적을 위한 고성능 UAS 운용 플랫폼 설계 및 구현

조은성*, 유인태^o

Design and Implementation of Unmanned Aerial System Operation Platform for Real-Time Object Tracking

Eunsung Cho*, Intae Ryoo^o

요약

UAS(Unmanned Aerial System)는 사람들의 일상에 다양하게 사용되고 있다. 일상에서의 취미, 전문적인 영상 촬영 및 방재활동 등 다양한 영역에서 다양한 용도로 활용되고 있으며 최근 UAS를 이용한 배달과 같은 새로운 활용 방안들이 모색되고 있다. 하지만, 대부분의 UAS 시스템은 영상의 실시간 모니터링 및 촬영 영상의 지상 분석 및 저장 등 수동적인 형태로 사용되고 있는 실정이다. 보다 능동적인 UAS를 위해서는 현재 사용되고 있는 UAS 시스템보다 고성능의 CPU 성능 및 대용량의 메모리가 필요하다. 이에, 본 논문은 실시간 목표물 추적을 위한 고성능 UAS 하드웨어 및 능동적인 소프트웨어 플랫폼에 대한 제반사항을 기술하고 설계 및 구현 방법에 대한 연구를 진행하였으며, 이에 대한 구현 방법을 기술한다. 또한, 구현된 플랫폼상에서 실제 영상의 지연시간과 코어별 CPU 사용량 측정을 진행하여 분석하였다.

Key Words : UAS, High Performance UAS, Real-time Tracking UAS, UAS Hardware Platform, UAS Software Platform

ABSTRACT

UAS(Unmanned Aerial System) is widely used in people's everyday lives. Diverse applications are used in various areas such as hobby, professional imaging, and disaster prevention activities in everyday life. However, most UAS systems are used in passive forms such as terrestrial monitoring and recording of real-time monitoring and photographing images. For more active UAS, high-performance CPU process power and high capacity memory are needed than currently used UAS. In this paper, we describe the design, implementation, and implementation of high performance UAS hardware and active software platform for real - time target tracking. In addition, the delay time of real image and core CPU usage are measured and analyzed on the implemented platform.

I. 서론

기존 UAS는 활용 방법에 따라 다음과 같이 분류할 수 있다. 첫 번째로는 영상획득용으로 취미 및 학술용

데이터 수집과 상업적인 영상 촬영에 사용된다. 영상 획득에 사용되는 이미지 센서는 가격이 비교적 저렴한 VGA급 영상을 촬영할 수 있는 이미지 센서에서 4K UHD 해상도 급의 광고 및 방송용 영상을 촬영할

* First Author : (ORCID:0000-0002-6480-5663)Wave Electronics Co., Ltd., escho@wavetc.com, 정회원

^o Corresponding Author : (ORCID:0000-0001-6630-1189)Kyunghee University, itryoo@khu.ac.kr, 종신회원

논문번호 : KICS2017-09-276, Received September 28, 2017; Revised January 11, 2018; Accepted January 15, 2018

수 있는 방송장비 급의 이미지 센서까지 다양하다. 이미지 센서의 종류에 따라 이를 거치하는 짐벌의 크기와 무게가 결정된다. 적재되는 무게와 크기에 따라 비행체의 출력력이 결정되고, 이는 비행체의 크기 및 회전 모터의 개수와 용량에 영향을 미친다. 두 번째로는 비행용으로 UAS의 비행 중 특정한 기능을 수행하는데 목적이 있다. 예를 들어, 농업에 사용되는 비행체의 경우 운용자가 설정한 경로대로 GPS의 신호를 이용하여 비행을 수행하며, 농약이나 영양제를 살포한다. 또는, 비행을 수행하며 필드에 배치된 각종 센서 데이터들과 무선통신을 하여 센서 정보를 획득하는 역할을 수행한다. 세 번째로는 영상 모니터링용으로 사용되며, 방재 시스템과 건물 또는 대형 구조물에 문제가 없는지에 대한 외관 검사 및 적외선 카메라를 이용한 열 누수 확인 등에 사용된다. 실시간 영상 모니터링만이 아닌 촬영 영상을 저장매체에 녹화하여 분석을 수행한다.

위에서 나열한 바와 같이 현재 많이 사용되는 UAS는 지상에서 운용자가 비행체에 대한 조종에 적극적으로 개입하여 비행체를 조종하며 영상획득을 수행한다. 농업용에 많이 사용되는 UAS는 대부분 수집된 GPS 좌표를 연산하여 자동제어를 통해 비행체를 조종한다. 이러한 제약들은 UAS 내부의 하드웨어 및 소프트웨어에서 발생하는 것으로 기존 시스템보다 능동적인 UAS를 위해서는 고성능의 하드웨어 및 소프트웨어가 필요하다. 본 논문에서는 실시간 목표물 추적을 위한 고성능 UAS 하드웨어 시스템과 이를 운용하는 소프트웨어 플랫폼에 대한 설계와 구현 방법에 대한 내용을 기술하였다.

실시간 목표물 추적을 위한 UAS는 다음과 같은 목표로 설계 및 구현되었다. 첫 번째로, 어떠한 환경에서도 목표물에 대한 이미지 촬영 및 추적이 가능하여야 한다¹⁾. 두 번째로, 추적 알고리즘의 추적율을 높이기 위하여, 촬영 중인 이미지에 대한 이미지 전처리 기능이 가능하여야 하며 비행체의 실시간 제어 및 짐벌 제어를 위하여 이미지 센서부터 추적 알고리즘까지의 지연시간이 최소화되어야 한다^{2,3)}. 세 번째로, 비행체의 운용시간을 위하여 저전력으로 동작하여야 한다. 네 번째로, 비행체에서 촬영 중인 영상을 raw 이미지로 저장할 수 있어야 한다⁴⁾. 이는 추후 추적 알고리즘의 개선에 이용할 수 있다. 위의 사항을 만족하기 위하여, 본 연구에서는 FPGA 보드와 CPU 보드를 설계 및 제작하였으며, 이미지 전처리 및 이미지의 무결성을 위하여 FPGA 프로그래밍을 수행하였다. CPU 보드는 짐벌의 제어, 비행체 제어, 이미지 저장 및 추

적 알고리즘을 수행하기 위하여 각 소프트웨어 모듈을 작성하였고, 이를 운용 소프트웨어로 통합하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 본문에서는 능동적인 UAS를 위한 고성능 하드웨어 구성 및 모듈에 대한 역할을 나열하고, 이를 운용하기 위한 각 소프트웨어 모듈과 소프트웨어를 통합한 전체 운용 소프트웨어에 대한 제안 사항 및 구현 내용을 기술한다. 실험에서는 영상 촬영을 위한 지연시간 측정 결과와 CPU 코어의 할당 및 사용량에 대한 측정을 수행하고 실험 결과에 대한 분석을 수행한다.

II. 본 론

서론에서 언급한 바와 같이 실시간 목표물 추적을 위한 고성능 UAS 운용 플랫폼 설계 및 구현에 반영된 사항은 다음과 같다.

첫 번째로 어떠한 환경에서도 목표물에 대한 이미지 촬영 및 추적을 수행하기 위하여, 적외선 센서와 가시광 센서를 이용하였다. 적외선 센서는 시야가 좋지 않은 야간이나 역광과 같은 조건에서 목표물에 대한 식별들을 촬영 및 추적하기 위함이다. 시야가 좋은 환경에서 가시광 센서를 이용하여 이미지 촬영 및 추적을 수행한다. 운용자는 지상 통제 시스템에서 촬영 중인 이미지 영상을 육안으로 확인하여 어떠한 센서를 이용할지 결정한다.

두 번째로 추적율을 높이기 위하여 이미지 센서에서 수신되는 영상을 실시간으로 전처리하여야 한다. 이를 위하여 FPGA 보드를 이용하여 수신되는 영상을 실시간으로 불균일 보정 처리과정을 수행한다. 또한, CSI를 이용하여 평균 3.5ms 이내의 낮은 지연시간을 보장한다.

세 번째로 비행체는 배터리를 이용한 운용을 수행하기 때문에 이를 위하여 낮은 전력 소모를 유지하여야 한다. 이를 위하여, FPGA보드와 CPU 보드에서 전력 소모량을 줄이기 위하여 저전력의 FPGA와 CPU에 대한 선정을 수행하였다.

네 번째로 추적 알고리즘 및 이미지 전처리 알고리즘에 대한 성능을 확인하기 위해서는 비행체에서 촬영 중인 영상을 raw 이미지 형태로 획득하여 알고리즘 개발의 소스로 사용한다. 획득된 영상으로 추적 알고리즘에 대한 시험 및 개선이 용이하고 개선된 추적 알고리즘을 CPU 보드에 탑재하여 추가 시험을 수행한다.

2.1 구성 요소

실시간 목표물 추적을 위한 구성 요소 절은 실시간 추적 비행체 제작을 위하여 필요한 하드웨어 및 소프트웨어의 구성 요소들에 대한 내용을 기술한다⁵⁾.

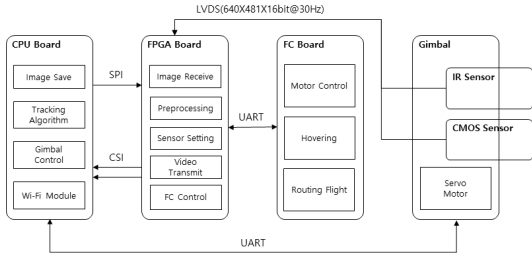


그림 1. 소프트웨어 및 하드웨어 구성도
Fig. 1. Software/Hardware Configuration Diagram

2.1.1 하드웨어 구성요소

표 1은 본 연구에서 설계 및 구현에 사용된 하드웨어의 구성요소 목록이다. 구성 요소에 대한 설명은 다음과 같다.

표 1. 하드웨어 구성 목록
Table 1. Hardware Configuration List

No	Component	Manufacturer
1	Image Sensor	IR:DRS Tamarisk 640 CMOS:OmniVision OV5642
2	Gimbal	DYS Smart 3
3	Flight Controller	Self-Production MCU: STMicroelectronics STM32F
4	Wi-Fi	ipTime N100UA
5	Wireless Video Transmitter	DJI Naja
6	GPS & Sensors	DJI Naja
7	FPGA Board	Self-Production FPGA:Xilinx Artix 7
8	CPU Board	Self-Production CPU:FreeScale i.mx6qp

(1) 이미지 센서

이미지 센서는 적외선 이미지 센서(IR:Infra Red)와 가시광 이미지 센서(CMOS:Complementary Metal-Oxide-Semiconductor)로 구성되어 있다. 하나의 비행체에 두 가지 이미지 센서를 동시에 탑재한 이유는 다음과 같다. 비행체의 목표물 추적 시 날씨 및 시간에 관계없이 추적 알고리즘을 수행하여 비행체를 제어하기 위함이다. 적외선 이미지 센서를 이용하여,

시야가 좋지 않을 경우 선택하여 사용할 수 있으며, 가시광 이미지 센서를 이용하여 목표물 추적 시 시야가 좋을 경우 추적을 위한 이미지 촬영에 사용할 수 있다.

(2) 짐벌

짐벌은 이미지 센서들의 흔들림 보정 및 추적물을 촬영 영역의 가운데에 맞추기 위한 용도로 사용된다. 짐벌의 선택은 적외선 이미지 센서와 가시광 이미지 센서를 조립한 기구물인 200g에 대한 무게를 제어할 있는 모델을 선정하였다. 짐벌의 크기가 커질 경우 짐벌 자체의 무게가 증가하여 비행체의 비행시간과 비행체의 날개 모터의 선정에 영향을 미치므로 센서 조립 기구물의 무게에 맞추어 선택한다. 또한, CPU 보드에서 추적 결과를 이용하여 짐벌 제어를 수행하므로 짐벌의 제어에 UART 통신이 가능한 모델을 선택하였다.

(3) FC(Flight Controller)

FC는 비행체의 동작을 제어하는 역할을 수행한다. 현재의 UAS는 대부분 무선조종 컨트롤러를 이용하여 비행체의 이착륙 및 방향 전환, 고도 조종을 수행하고 있다. 본 연구에서 설계 및 구현한 UAS는 사용자의 수동 비행제어 뿐만 아니라 추적한 결과물에 대하여 능동적인 비행제어가 필요하다. 능동적인 비행제어는 CPU에서 현재의 위치 정보 및 센서의 정보 값을 이용하여 계산한다. 계산된 값의 연산을 이용하여 UART를 이용한 FC 제어가 가능하다.

(4) WiFi 모듈

WiFi 모듈은 지상의 통제 시스템과의 통신에 사용된다. 지상 통제 시스템은 비행체의 수동 조종 및 실시간 영상 확인과 추적을 위한 목표물 지정 및 목표물 지정 취소 등의 기능을 담당한다. 이미지의 헤더에 포함된 센서 데이터 또는 추적 알고리즘의 추적 좌표 등의 기능을 모니터링 할 수 있으며, 추적의 시작 전까지의 단계와 추적 종료 후의 비행체 제어 등에 사용된다.

(5) 실시간 비디오 무선 전송 모듈

실시간 비디오 무선 전송 모듈은 이미지 센서에서 촬영하는 영상을 지상 통제 시스템에 전달한다. 실시간 비디오 전송이 전송하는 비디오는 FPGA 보드에서 전처리를 수행한 영상이며, FPGA 보드는 비행체의 상태정보 및 적외선 이미지 센서의 영상과 가시광 이

이미지 센서의 영상의 크기 조절을 통하여 두 영상의 이미지를 송출한다. 이 때, 운용자는 지상 통제 시스템에서 보다 추적에 용이한 영상을 선택한다. 선택된 영상은 비행체로 Wi-Fi를 통하여 전달되며, FPGA 보드는 해당 명령을 수신하여, 이후로 선택된 영상 이미지만을 송출한다.

(6) GPS 및 센서

GPS 정보는 비행체의 회귀 기능 및 폐쇄 환경(Closed-loop) 시험에 사용된다. 본 연구에서의 센서는 총 3가지의 비행 관련 센서를 사용하고 있다. 자이로 센서로 비행체의 진행 방향 및 수평 값을 조회하여 계산하고, 고도 센서를 이용하여 비행체의 고도를 조회하여 목표물에 대한 능동적인 추적을 수행한다. GPS 및 센서 값의 조회는 30ms의 간격으로 I2C 통신을 이용하여 FPGA 보드에서 수행한 뒤 영상 데이터의 헤더에 포함시켜 CPU 보드로 전송한다.

(7) FPGA 보드

FPGA 보드는 적외선 이미지 센서와 가시광 이미지 센서의 영상 전처리 및 GPS와 센서들의 정보 모니터링과 FC 제어를 위한 주기적인 통신에 사용된다. 또한, 지상 통제 시스템으로 전송되는 실시간 영상에 대한 처리 등을 담당한다⁶⁾. FPGA 보드는 이미지 센서, FC 및 CPU 보드와 I2C, SPI, UART 통신을 한다.

(8) CPU 보드

CPU 보드는 FPGA 보드로부터 CSI(Camera Serial Interface) 2채널을 이용하여 전처리된 적외선 이미지와 가시광 이미지를 수신한다. 수신한 이미지는 지상 통제 시스템의 명령에 따라 추적 알고리즘을 수행하는데 사용한다. 지상 통제 시스템의 비행체 제어 명령을 Wi-Fi로 수신하여, FPGA 보드에 SPI 통신으로 이를 전달한다. 짐벌 제어는 지상 통제 시스템에서의 짐벌 제어와 추적 알고리즘에서 수행하는 짐벌 제어로 구성된다. 짐벌의 제어는 UART를 사용한다. FPGA 보드에서 전달된 GPS 및 센서 데이터를 이미지의 헤더에서 추출하고 추적 알고리즘의 결과와 연동하여 비행체를 제어한다.

2.1.2 소프트웨어 구성요소

(1) FPGA

그림 2는 FPGA 보드의 이미지 처리과정을 도식화한 것이다. 각 흐름에 대한 설명은 다음과 같다.

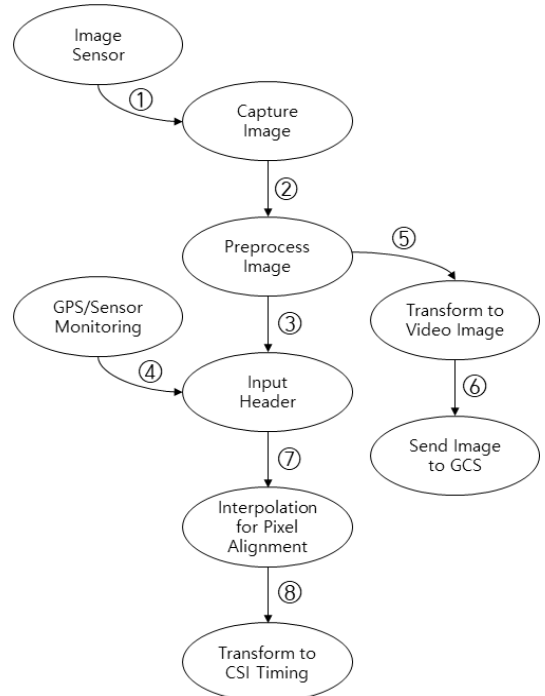


그림 2. FPGA보드의 이미지 처리 흐름도
Fig. 2. FPGA Image Process Flow Diagram

- ① 적외선/가시광 이미지 센서에서 획득한 영상을 수신한다.
- ② ③ 이미지 전처리 과정(Non-Uniform Correction 및 plateau 알고리즘)을 수행한다.
- ④ GPS 및 센서 값 정보를 읽어 이미지의 헤더에 전달한다
- ⑤ 지상 통제 시스템의 이미지 실시간 전송을 위하여 16비트 원본 영상을 8비트로 변경하고, 영상을 구성한다.
- ⑥ ⑤에서 변환된 영상을 지상통제 시스템으로 전송한다.
- ⑦ 적외선/가시광 이미지 센서의 픽셀 오차를 줄이기 위한 보정 작업을 수행한다.
- ⑧ CSI 타이밍에 맞추어 CPU 보드로 이미지 영상 및 헤더 정보를 전송한다.

(2) CPU 보드

그림 3는 운용 소프트웨어 흐름 도식도로 전체 흐름에 나타낸다. 각 흐름에 대한 설명은 다음과 같다.

- ① FPGA 보드에서 획득한 영상을 수신한다.
- ② 획득한 영상을 추적 알고리즘에 전달하여 추적을 수행한다.

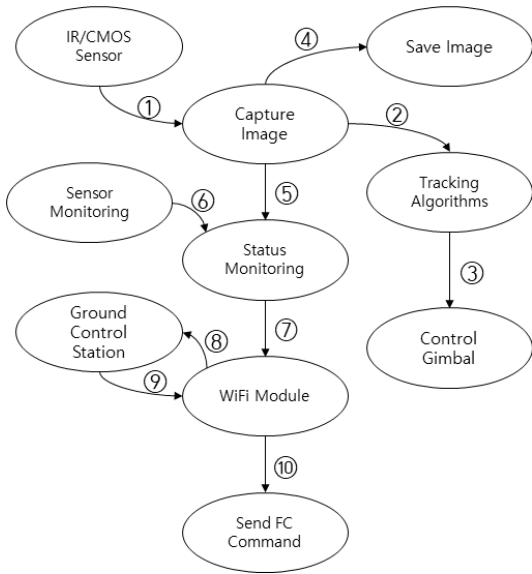


그림 3. 운용 소프트웨어 흐름도
Fig. 3. Operating Software Flow Diagram

- ③ 추적 결과를 이용하여 목표물이 영상의 중앙에 위치하도록 UART를 이용하여 gimbal 제어를 수행한다.
- ④ 획득한 영상을 파일로 CPU 보드내 microSD 슬롯을 이용하여 저장한다.
- ⑤ 획득한 영상의 헤더 부분을 UAV 상태정보 수집 모듈에 전달한다. 헤더 부분에 포함된 데이터는 영상의 획득 번호 및 체크섬, 추적중일 경우 추적 좌표 및 각종 센서 값이다.
- ⑥ 센서 모니터링 정보를 비행체 상태 정보 수집 모듈에 전달한다.
- ⑦ 수집된 비행체 상태 정보를 지상 통제 시스템 간

표 2. 운용 소프트웨어에서 사용되는 스레드 및 기능
Table 2. Threads and function in operating software

Thread Name	Function
threadCamera	Capture Image with 2 channel CSI
threadGimbalCommandSend	Send command to control gimbal
threadCommandReceive	Receive command from GCS
threadImageHeaderSend	Send header information to GCS
threadSPISend	Send spi command to FPGA board
threadImageSave	Save image

- 통신 모듈에 전달하여
 - ⑧ 비행체의 상태 정보를 Wi-Fi 모듈을 이용하여 GCS로 송신한다.
 - ⑨ 지상 통제 시스템에서 송신한 명령을 Wi-Fi 모듈에서 수신한다.
 - ⑩ 지상 통제 시스템 명령을 FC로 전달하여 비행체 제어를 수행한다.
- 표 2는 운용 소프트웨어를 구성하는 스레드 및 기능을 나열한 것이다.

III. 성능측정

본 연구에서 전체 영상의 지연시간과 각 코어별 CPU 사용량에 대한 측정을 수행하였다^{7,8)}. 전체 영상의 지연 시간은 FPGA 보드에서 CPU 보드의 추적 알고리즘이 수행되기 전까지의 시간을 측정하였다. 측정 방법은 FPGA에서 한 프레임의 영상을 수신하면, 특정 GPIO 값을 1로 변경하고, CPU 보드의 CSI를 이용한 수신이 완료되고 해당 영상 프레임을 메모리 복사 완료시 GPIO 값을 1로 변화시켜 시간을 측정하였다. 해당 구간을 오실로스코프를 이용하여 측정하였다.

그림 4와 그림 5는 적외선 이미지 센서와 가시광 이미지 센서의 영상 전송 지연 시간을 측정한 것으로 x1은 이미지 센서로부터 FPGA로 수신을 완료한 시점이며, x2는 CPU에서 CSI를 이용하여 FPGA로부터 영상을 수신 완료한 시점이다. 이 x1과 x2의 시간 측정 값은 적외선 이미지 센서의 경우 3.32ms로 측정되었으며, 가시광 이미지 센서의 경우 3.34ms로 측정되었다. 이에 각각의 이미지 센서에 대하여 10,000 프레임에 대한 최소 지연시간과 평균 지연시간, 최대 지연 시간을 측정하였으며, 이에 대한 결과를 표 3으로 표시하였다.

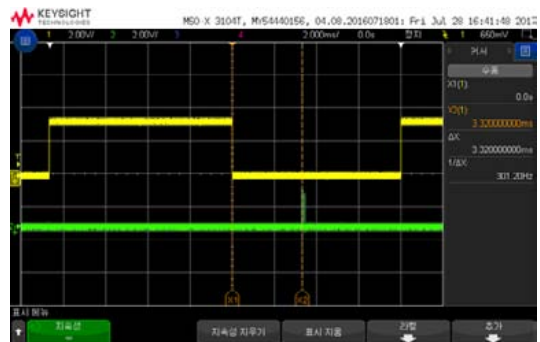


그림 4. 적외선 이미지 센서의 전송 지연 시간
Fig. 4. Image Transfer Latency IR

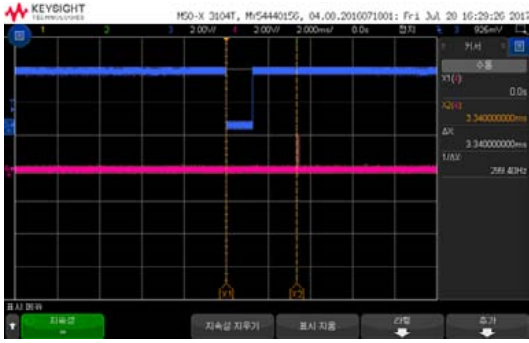


그림 5. 시광 이미지 센서의 전송 지연 시간
Fig. 5. Image Transfer Latency CMOS

표 3. 영상 전송 지연 시간 측정
Table 3. Latency Measurement of Image Transfer

Sensor Type	Classification	Latency(ms)
IR	Minimum	3.296
	Average	3.331
	Maximum	3.397
CMOS	Minimum	3.310
	Average	3.352
	Maximum	3.479

표 3과 같이 영상의 지연시간은 대략 3.5ms 이내로 측정 되었으며, 30fps 로 획득되는 영상에 대하여 약 30ms의 실시간 영상 추적 알고리즘에 대한 수행 시간 과 실시간 비행체의 제어 및 짐벌 제어에 대한 시간을 확보할 수 있다.

CPU 코어별 사용량 측정은 대칭형 다중 처리 (SMP:symmetric multiprocessing) 기능을 커널에서 지원하지만, 각 코어간 경쟁이 심할 경우, CPU 스케 줄링에서 실시간 처리에 대한 지연이 발생할 수 있다. 이에 본 연구의 운용 소프트웨어 플랫폼에서는 스레 드별 코어할당을 수행하였다. 탑재되어 있는 CPU는 FreeScale 사의 i.mx6qp로 4개의 코어로 구성되어 있 다. 각 코어는 1Ghz의 연산 속도로 동작한다. 각 스레 드별 코어 할당은 표 4과 같이 할당하였으며, 해당 코 어의 사용량은 다음 그림 6와 같이 측정되었다. CPU 코어별 사용량 측정 시 CPU 보드에서 이미지 영상 수신, 이미지 저장, 짐벌 제어, 추적 알고리즘 수행, 비 행체 제어 등과 같은 전체 기능을 수행할 경우와 영상 수신만을 진행했을 경우를 비교하였다.

그림 6은 CPU의 사용량에 대한 성능 측정 결과로 리눅스의 top 명령어를 이용하여 각 코어별 사용량을 측정한 결과 그래프이다. CPU 보드의 전원이 켜진 후

표 4. CPU 코어 할당 테이블
Table 4. CPU Core Allocation Table

	Core 0	Core 1	Core 2	Core 3
Thread	Image Receive Image Save	Communication Wi-Fi, SPI, I2C, UART	Tracking Algorithm	

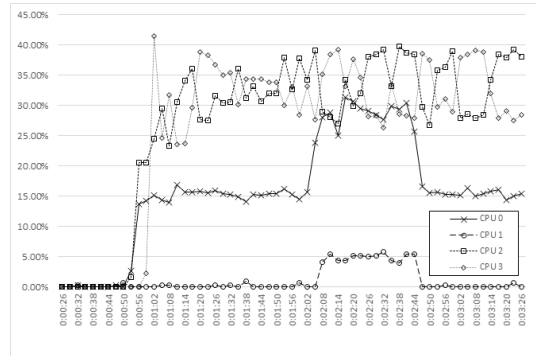


그림 6. 코어별 CPU 사용량 그래프
Fig. 6. CPU Usage Graph by Core

3초마다 평균 사용량을 측정하여 화면에 출력한다. X 축은 진행 시간을 나타내며, Y 축은 코어별 사용량을 나타낸다. 53초 경 운용 소프트웨어를 실행 하였으며, 이에 대한 결과로 코어 0가 약 15%의 사용율을 나타 내는 것을 확인 할 수 있다. 이는 FPGA에서 적외선/ 가시광 영상을 CSI로 수신하는데 사용되는 코어의 사용량이다. 운용 소프트웨어의 구동과 함께 추적 알고리즘을 구동하였으며, 이는 코어 2, 코어 3의 사용량 을 통하여 확인할 수 있다. 추적을 수행하는 동안 코 어 2, 3의 사용량의 합은 65%에서 70%를 유지하였 다. 2분 5초경 파일 저장 기능을 수행하였으며 이는 코어 0의 증가로 확인할 수 있다. 파일 저장 시 코어 의 사용량 증가는 약 15%정도이며 수신 영상에 대한 파일 저장 버퍼로의 메모리 복사가 진행되어 사용량 의 증가가 발생하였다. 추적 시 코어 1의 사용량 증가 가 5% 정도 발생하는데 이는 운용소프트웨어 내 저장 스레드로 semaphore를 발생시켜 저장하는 작업에 대 한 코어 사용으로 발생하였다.

IV. 결 론

실시간으로 촬영하는 영상을 이용하여 추적 알고리즘을 수행하고 비행체를 제어하기 위해서는 입력 영상에 대한 실시간 병렬 처리를 수행할 수 있는 FPGA

와 목표물에 대한 실시간 추적을 수행할 수 있는 고성능 CPU가 필요하다. 기존 본 연구에서는 고성능 UAS를 위한 하드웨어 및 소프트웨어 플랫폼에 대한 설계 및 구현 방안을 기술하였다.

현재의 시스템은 사용자가 지상에서 비행 중 촬영하는 영상을 육안 확인한 후 목표물에 대한 추적 명령을 전송하여 목표물에 대한 실시간 추적 및 비행체의 제어를 수행한다. 하지만, 이러한 방식은 운용자가 이륙 및 특정 영역까지의 비행체에 대한 조종이 필요하며, 이는 초기에 사용자의 적극적인 개입이 필요하다. 이에 향후 연구의 목표는 추적 목표물에 대한 인식기와 딥 러닝을 수행하여 추적된 목표물들에 대한 인식 데이터를 CPU보드에 탑재하여, 비행체의 자동 운행 중 인식 목표물에 대한 명령을 전송하고, 이에 대한 자동 추적을 수행하는 시스템의 구성이다. 이를 위해서 i.mx6qp 프로세서의 대체품으로 GPGPU를 이용한 인식 및 목표물의 추적을 수행하기 적합한 NVIDIA사의 Tegra 칩셋과 같은 CPU를 사용하여야 한다. 또한, 영상 전송 지연 시간의 단축을 위하여, CSI 방식의 영상 전송 방식이 아닌 PCIe 인터페이스로 고속의 데이터 전송 방식에 대한 고려가 필요하다⁹⁾.

References

- [1] V. F. Vidal, L. M. Honório, M. F. Santos, M. F. Silva, A. S. Cerqueira, and E. J. Oliveira, "UAV vision aided positioning system for location and landing," *2017 18th ICCV*, pp. 228-233, Sinaia, Romania, 2017.
- [2] S. Kagami and K. Hashimoto, "High-frame-rate region-based visual tracking on CPU: An implementation perspective," *2016 IEEE/SICE Int. Symp. System Integration (SII)*, Sapporo, Japan, Dec. 2016.
- [3] V. Lepetit and P. Fua, "Monocular model-based 3D tracking of rigid objects: a survey," *Foundations and Trends in ComputerGraphics and Vision*, vol. 1, no. 1, pp. 1-89, 2005.
- [4] H. Lee, S. L. Min, and K. Kim, "Multi-core scalable real-time flash storage simulation," *J. KIISE*, vol. 44, no. 6, pp. 566-572, 2017.
- [5] E. Cho and I. Ryoo, "High performance UAV system architecture for autonomous tracking system," *KSII The 12th APIC-IST 2017*, pp. 20-22, Chiang Mai, Thailand, 2017.
- [6] B. Li, C. Zhang, B. Li, H. Jiang, and Q. Xu, "A hardware-efficient parallel architecture for real-time blob analysis based on run-length code," *J. Real-Time Image Process.*, Springer, pp. 1-16, 2017.
- [7] H. Ko, K. Lee, and H. Yoo, "Analysis of feedback control CPU scheduling in virtualized environment to resolve network I/O performance interference," *Commun. KIISE*, pp. 1334-1336, 2016.
- [8] S. Tak, "Evaluating power consumption and real-time performance of android CPU governors," *J. KIICE*, vol. 20, no. 12, pp. 2401-2409, 2016.
- [9] E. Cho and I. Ryoo, "Design and implementation of raw image transfer between CPU and FPGA using PCIe DMA in real-time object tracking," *KSII The 12th APIC-IST 2017*, pp. 23-25, Chiang Mai, Thailand, 2017.

조 은 성 (Eunsung Cho)



1997년 3월 : 광운대학교 전자
공학과 졸업
2003년 2월 : 경희대학교 컴퓨
터공학과 석사
2006년 3월 : 경희대학교 컴퓨
터공학과 박사과정
2015년 1월~현재 : (주)웨이브일
렉트로닉스 DI개발본부장

<관심분야> 전자공학, 통신공학, 이미지처리

유 인 태 (Intae Ryoo)



1987년 2월 : 연세대학교 전자
공학과 졸업
1989년 2월 : 연세대학교 전자
공학과 석사
1994년 2월 : 연세대학교 공학
박사
1997년 2월 : 동경대학교 공학
박사

1997년 10월 : 삼성전자 선임연구원

1999년 3월~현재 : 경희대학교 컴퓨터공학과 교수

<관심분야> 인터넷 기술/IPTV, 네트워크 QoS/QoE,
멀티미디어 트래픽 관리, 무선 통신, 네트워크 보
안