

자율 비행 무인 헬리콥터를 위한 코바 기반의 계층화된 제어 및 모니터링 구조

노인호^o 오주용 강순주
경북대학교 전자공학과

{quilp^o, anyong}@palgong.knu.ac.kr sjkang@ec.knu.ac.kr

CORBA based Hierarchical Control and Monitoring Architecture for Unmanned Autonomous Helicopters

In-ho Roh^o Joo-Yong Oh Soon-Ju Kang
School of Electrical Engineering and Computer Science, Kyungpook National University

요 약

본 논문에서는 자율 비행 무인 헬리콥터를 위한 코바 기반의 계층화 구조를 제안한다. 제안된 소프트웨어 구조에서는 데이터의 추상화 및 기능에 따라 하드웨어 계층, 실행 계층, 논리적 추상화 계층 및 서비스 에이전트 계층으로 구성하고 각 계층의 역할을 정의한다. 또한, 코바를 이용하여 상위의 추상화된 계층을 객체화시킴으로써, 소프트웨어의 재사용성과 유연성을 높일수 있는 구조에 대해서 서술한다.

1. 서 론

최근들어 디지털 컴퓨팅기술과 인공지능기술의 급속한 발달로 사람이 직접 할 수 없는 위험하고 어려운 많은 일들을 로봇들이 대신하고 있다. 특히 아프가니스탄 공습 당시 위험지역에 대한 정찰, 공격임무를 성공적으로 수행함으로써 많은 활약을 했던 프레데터[1]가 소개된 이후, 무인 비행체(UAV, Unmanned Aerial Vehicle)가 다양한 분야에서 널리 이슈가 되고 있다.

무인 비행체는 기본적으로 외부의 조작없이 자율비행이 가능하며, 원격으로부터의 명령을 수행하고, 수집한 데이터를 원격지로 전송하는 기능을 가지며, 데이터의 실시간적 처리를 필수적으로 요구하는 경성 실시간 시스템이다. 이동 로봇에 자율성을 부여하기 위한 소프트웨어 구조로 계층화 구조[2], 동작 기반 구조[3], 하이브리드형 구조[4] 등이 제안된바 있으며 이들 기존의 연구들은 모두 계층화 구조에서 기인한 것이다. 따라서 무인 비행체에 자율성을 부여하기 위한 소프트웨어 구조에 있어서 계층화는 필수적이며 계층 간의 구분과 기능 정의가 중요하다. 또한 원격으로 무인 비행체와 사용자간의 데이터 교환이 이루어질 때, 데이터량이 많아지게 되면 데이터 전달에 지연이 발생할 수 있고, 실시간적인 응답을 보장하지 못하게 된다. 그러므로 사용자와 로봇 사이에는 추상화된 데이터를 교환함으로써 적은 양의 데이터로 효율적인 제어를 할 수 있는 구조를 고려해야 한다.

또한 기술적인 측면에서 하드웨어 기술의 경우 중요한 논리 추상화 제어명령을 전기적 신호로 바꾸어 하드웨어 계층으로 전달하는 역할을 한다. 논리적 추상화 계층은 실행 계층으로부터 전달된 수치적 데이터를 논리적

기능들이 개별적으로 상용화되어 주위에서 손쉽게 구할 수 있을 만큼 많은 발전이 이루어졌다.[5] 그러나 제어 소프트웨어의 경우 특정 임무와 시스템에 적합한 구조로 개발되어왔기 때문에 다양한 분야에서의 여러가지 기능적 요구를 만족하기 위한 소프트웨어적인 구조에 대한 연구는 미비한 수준이다.

본 논문에서는 코바를 이용한 계층적 소프트웨어 구조를 제안하였으며 이를 통하여 다양한 분야에서 무인 비행체에 대한 기능적 요구를 충족시킬 수 있는 유동적이며 재사용 가능한 소프트웨어 프레임 워크를 제시한다.

2. 제안 시스템 구조

앞서 언급하였던 자율 비행을 위한 계층화, 원격 명령의 추상화, 유동적이며 재사용 가능한 소프트웨어 구조를 위하여 그림 1 에서와 같은 코바를 이용한 계층구조를 제안하였다.

제안된 소프트웨어는 하드웨어 계층, 실행 계층, 논리적 추상화 계층, 서비스 에이전트 계층의 네 부분으로 나누어지며 원격의 지상국과 통신을 위해 원격 사용자 계층을 추가적으로 두고 있다.

하드웨어 계층은 물리적인 하드웨어를 표현한 계층으로 헬리콥터에 부착된 각종 센서와 액츄에이터, 원격의 R/C 조정기로부터 송신되는 PPM(Pulse Position Modulation) 제어 정보를 수신하기 위한 R/C 수신부로 구성되어있다. 실행 계층은 하드웨어 계층으로부터의 전기적인 정보를 양자화하여 디지털 데이터로 변환한 후 상위의 논리적 추상화 계층으로 전달하고, 상위의 R/C 수신기로부터의 데이터를 처리하는 Onboard 와 헬리콥터의 자세 및 방향, 높이 등을 계산하기 위해

정보로 가공하고, 논리적 의미의 명령정보를 수치적 데이터로 변환하여 실행계층으로 전달하는 역할을 한다. 또한 논리적 추상화 계층의 각각 컴포넌트들은 객체화되어 상위계층의 서비스 에이전트나 원격 지상국으로부터의 ORB를 통한 사용이 용이하도록 하였다. 마지막으로 서비스 에이전트 계층은 무인 헬리콥터가 수행할 여러 기능들을 서비스 에이전트 형태로 제공하는 계층으로 헬리콥터관리, 자율이착륙, 자율위치이동, 호버링의 무인 헬리콥터가 자율비행하기 위해 필요한 기본적인 서비스 에이전트를 정의하고 있다. 서비스 에이전트 계층은 하부 계층과 ORB로 연결되어 있기 때문에 새로운 기능을 추가하거나 제거하는 것이 자유롭게 이루어질 수 있다. 이를 통해 범용 목적의 사용을 위한 소프트웨어 프레임 워크를 제공할 수 있다.

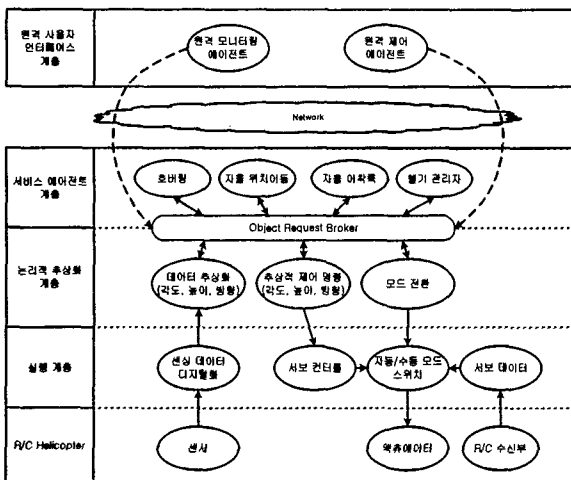


그림 1. 제안 시스템을 위한 코바 기반의 계층화 구조

3. 제안 시스템 설계 및 구현

3.1 타켓 시스템 모델

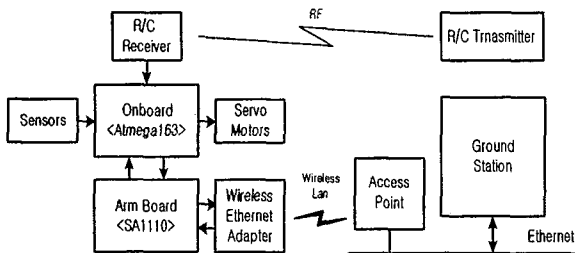


그림 2. 무인 헬리콥터에 탑재되는 하드웨어 시스템

그림 2는 실제 무인 헬리콥터에 탑재되는 하드웨어 시스템의 구성도를 나타내고 있다. 센서 및 서보모터,

Onboard 보다 컴퓨팅 파워가 큰 ARM Board가 사용되었다. 원격 모니터링 및 원격 제어를 위해 무선랜 장치를 사용하며 수동 모드에서 헬리콥터를 조종하기 위해 RF 방식의 R/C 통신도 사용하게 된다.

3.2 실행 계층

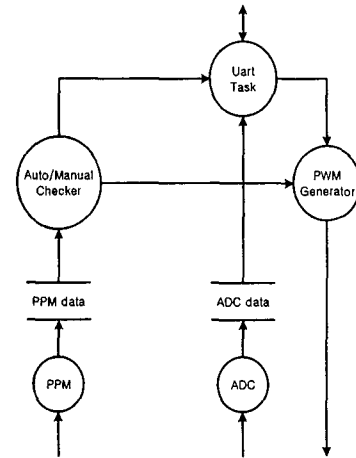


그림 3. 실행계층의 DFD

ADC(Analog Digital Converter)테스크는 하부계층인 하드웨어 계층에서 아날로그 센서값을 받아 ADC칩을 통해 양자화해서 디지털 데이터로 변환한 후 변환된 값을 ADC data 레포지터리에 저장한다. PPM 테스크는 R/C 조종기로부터 입력되는 8 채널로 구성된 PPM 데이터를 입력 받아 PPM의 펄스 폭을 타이머를 이용해서 16진수로 변환한 후 각각의 채널에 대한 정보를 배열의 형태로 저장하는 역할을 한다. 이중 여덟번째 채널을 Auto/Manual 전환 채널로 사용하여 자동/수동 모드의 변경을 결정한다. 그외에 실질적으로 변경 되어야 하는 서보 모터의 각 데이터를 받아 모터로 보내어질 PWM 데이터를 생성해주는 PWM Generator가 있고 Onboard와 ARM Board 간의 시리얼 통신을 통해 데이터를 주고 받는 역할을 하는 Uart 테스크가 있다.

3.3 논리적 추상화 계층 및 서비스 에이전트 계층

그림 4는 논리적 추상화 계층과 서비스 에이전트 계층을 동시에 표현한 그림이다. 먼저 양자화된 센서값이 시리얼 통신을 통해서 Onboard에서 ARM board로 전달이 되면 Input data 처리기에서 기울기 값과 각속도 값만을 구분해서 Kalman Filter로 입력하게 된다. 입력된 값으로부터 Kalman Filter는 헬리콥터의 자세에 대한 정보를 계산한다. 이 자세 정보와 나머지 센서값(높이, 방향, 좌표 등)은 Attitude Estimator로 입력 되어 센서값에 기반한

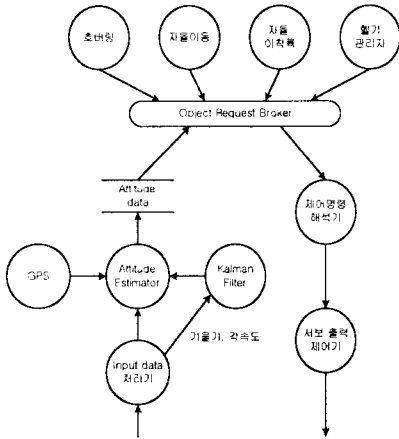


그림 4. 논리적 추상화 계층 및 서비스 에이전트 계층

전반적인 헬리콥터의 자세와 상태에 대한 데이터가 출력된다. 이 데이터는 Attitude data 레퍼지토리에 저장되고 객체화 되어 다른 컴포넌트들에 의해서 쉽게 사용될 수 있는 구조를 가진다. 최상위 서비스 에이전트 계층에서는 호버링, 자율이동 등 특정 서비스를 제공하기 위한 에이전트들이 헬리콥터의 현재상태를 Attitude data 객체로부터 가져와 각각의 알고리즘에 따라 헬리콥터가 움직여야하는 정도를 결정하고 그에 따른 자세, 높이, 방향의 추상적 형태의 제어명령을 제어 명령 해석기로 넘겨주게된다. 제어 명령 해석기에서는 입력받은 헬리콥터 동작 정보를 해석하여 각각의 서보 모터가 동작해야하는 출력을 계산해서 서보 출력 제어기로 입력하게 된다. 서보 출력 제어기는 전달된 제어 정보에 따라 각각의 서보모터를 제어할 PWM 데이터의 주기를 결정하여 하위 실행계층으로 전달한다.

예를 들어 원격지로부터의 '특정 좌표(x,y)로의 이동'이라는 추상적 명령에 대해서 자율이동 에이전트는 그 좌표까지 이동을 위한 헬리콥터의 동작을 주기적으로 계산하여 제어명령 해석기로 전달한다. 제어명령 해석기는 자율이동 에이전트로부터 받은 추상적 명령에 대해 실제의 서보 모터들을 어떻게 제어할 것인지 해석하여 서버 출력 제어기로 전달하게된다.

프로토타입 구현을 위한 OS로는 RTLinux[6]가 사용되었으며 코바로는 ORBix[7]를 사용하였다. 그림 5는 모니터링 및 원격 제어 시스템을 자바 애플릿으로 구현한 모습을 보여주고 있다.

4. 결론 및 향후 과제

본 논문에서는 무인 헬리콥터의 자율 비행을 위해 계층 데이터의 추상화 정도에 따라 계층화된 구조를 제안하였고 추상적 명령에 의한 제어를 통해 원격 통신을 통한 모니터링 및 제어에 있어서의 시간지연을 최소화하도록 노력하였다. 코바를 이용해 유동적이고

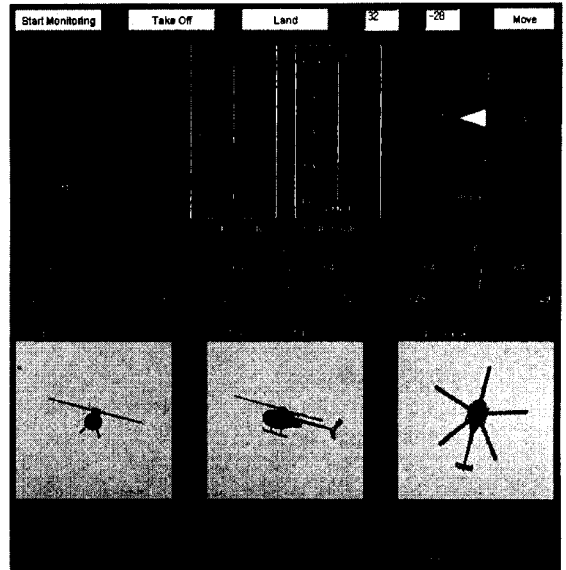


그림 5. 모니터링 및 원격 제어 시스템

개사용 가능한 소프트웨어 구조를 제안하여 다양한 분야에서 범용적 목적으로 사용할 수 있는 소프트웨어 프레임워크를 제시하였다. 현재 원격 모니터링 시스템을 개발했으며, 서비스 에이전트 계층의 호버링 및 다른 여러 서비스들을 개발중에 있다.

5. 참고 문헌

[1] 항공우주연구정보센터, <http://www.aric.or.kr>
 [2] M. Morin, S. Nadjm-Tehrani, P. Osterling, and E. Sandewall, "Real-Time Hierarchical Control, "IEEE Software , Volume: 9 Issue: 5 , Sept. 1992, pp51 -57.
 [3] 이명진, "계층적 데이터 추상화 기법을 이요한 웹 기반 실시간 원격 제어 시스템 구조", 석사학위논문, 경북대학교 전자공학과, 1998
 [4] J. M. Park, I. Song, Y. J. Cho, and S. R. Oh, "A Hybrid Control Architecture Using a Reactive Sequencing Strategy for Mobile Robot Navigation", Intelligent Robots and Systems, 1999. IROS '99. Proceedings. 1999 IEEE/RSJ International Conference on Volume: 3, 1999
 [5] Joerg S. Dittrich and Eric N. Johnson. "A Multi-Sensor Navigation System for an Autonomous Helicopter," AIAA Digital Avionics Conference, number 377, Irvine, CA, October 2002.
 [6] FSMLabs, <http://www.fsmlabs.com>
 [7] IONA, <http://www.iona.com>