

테스트 가능한 UML 기반의 SDINS/GPS 통합 항법 소프트웨어 구조 설계

조성룡*, 박승기*, 강희원*, 임덕원*, 황동환**, 이상정**
 충남대학교 전자공학과*, 충남대학교 전기정보통신공학부**

Design of a Testable SDINS/GPS Integrated Navigation Software Structure of UML Based

Sung Lyong Cho*, Sul Gee Park*, Hee Won Kang*, Deok Won Lim*, Dong-Hwan Hwang*, Sang Jeong Lee*
 Department of Electronics Engineering Chungnam National University*, Computer Engineering Chungnam National University*

Abstract - 최근 들어 소프트웨어의 테스트에 대한 필요성이 증가함에 따라 소프트웨어 테스트 방법에 대한 연구가 활발해지고 있으며 이를 적용한 제품들도 다양한 분야에서 개발되고 있다. 또한 UML과 같은 모델 기반의 언어가 등장함에 따라 소프트웨어의 재사용성 등을 높일 수 있는 설계가 가능하다. 본 논문에서는 테스트가 가능한 SDINS/GPS 통합 항법 소프트웨어 구조를 UML 모델로 제시하며, 제시한 모델에 대한 테스트 절차를 기술한다. 본 논문의 결과를 이용하여 SDINS/GPS 통합 항법 소프트웨어를 설계하면 소프트웨어를 다른 하드웨어로 이식하는 것과 다른 센서 측정치를 처리하기 위한 소프트웨어 확장이 용이하다.

1. 서 론

소프트웨어의 복잡도가 증가함에 따라 확장성, 유지 보수성, 재사용성이 뛰어나고, 테스트가 가능한 소프트웨어의 설계가 요구된다[1][2]. 따라서 최근에는 소프트웨어 테스트 방법에 대한 연구가 많이 진행되고 있으며, IT 융합 산업부에서는 이러한 소프트웨어 테스트 기술을 적용한 사례들이 늘고 있는 상황이다. 통합 항법 소프트웨어의 경우에도 여러 종류의 센서 측정값을 처리하기 위하여 소프트웨어의 복잡도가 높아지고 있지만 대부분 전문가의 경험에 의한 시행착오 방식의 테스트에 의존해 왔다. 이러한 절차로 개발된 항법 소프트웨어는 확장성, 유지 보수성, 재사용성이 낮으며, 소프트웨어에 결함이 발생할 경우에 많은 시간과 노력을 소비하게 된다.

이러한 문제점을 해결하기 위하여 본 논문에서는 테스트가 가능한 SDINS/GPS(Strapdown Inertial Navigation System/Global Positioning System) 통합 항법 소프트웨어 구조 및 테스트 방법을 제시하고, UML(Undified Modeling Language)에서 제공하는 모델로 표현함으로써 소프트웨어의 확장성, 유지 보수성, 재사용성을 높일 수 있게 한다.

본 논문의 2절에서는 SDINS/GPS 통합 항법 시스템에 대해서 설명하고, 3절에서는 SDINS/GPS 통합 항법 소프트웨어의 UML 모델을 제시하기 위한 SDINS 소프트웨어를 분해하였으며, 4절에서는 테스트가 가능한 UML 기반의 SDINS/GPS 통합 항법 소프트웨어 구조를 제시하였다. 또한 SDINS 소프트웨어의 테스트 대상 컴포넌트를 분류하고 하나의 단위 테스트에 대해서 결함 여부를 확인 하였다. 마지막으로 5절에서는 본 논문의 결론 및 추후 연구 과제를 제시하였다.

2. SDINS/GPS 통합 항법 시스템

항법시스템은 추측 항법 시스템과 전파 항법 시스템으로 나눌 수 있다. 추측 항법 시스템은 센서의 출력을 이용하여 초기 위치로부터 상대적인 위치를 계산하는 시스템으로서 대표적으로 관성항법 시스템(Inertial Measurement System, INS)을 들 수 있다. 전파 항법 시스템은 이미 알려진 위치에서 방출하는 전파를 이용하여 위치를 구하는 시스템으로 GPS(Global Positioning System), Galileo, GLONASS, COMPASS 등의 시스템이 있다.

2.1 스트랩다운 관성 항법 시스템(SDINS)

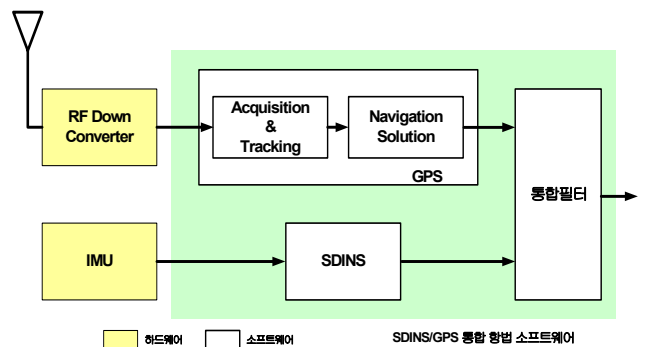
SDINS는 관성센서(Inertial Measurement Unit, IMU)가 동체에 직접 부착되어 있으며, 항법 컴퓨터상에서 기계적 안정대 역할을 하는 해석적인 안정대(Analytic Stable Platform)를 사용한다. 가속도계와 자이로스코프에서 측정된 가속도(Acceleration) 및 각속도(Angular Rate) 이용하여 항체의 자세, 속도, 위치를 계산한다. SDINS는 보조 정보가 필요 없으며 수십 Hz에서 수백 Hz의 높은 출력률을 가지지만, IMU 측정치 오차 및 SDINS 알고리즘 계산 오차 누적으로 항법 결과가 발산할 수 있다는 단점을 가진다[3].

2.2 GPS

GPS는 위성으로부터 전송된 신호를 이용하여 항체의 위치, 속도, 시간을 추정하며, 항법오차가 발산하지 않고 장소와 시간에 관계없이 4개 이상의 위성 신호를 수신하면 항법 정보를 얻을 수 있지만, 위성 신호가 약하거나 단절되면 연속적인 항법 정보를 계산할 수 없고 간섭에 약하다는 단점을 가진다[3].

2.3 SDINS/GPS 통합 항법 시스템

정확한 항법 정보가 필요한 항공 분야나 군사 분야에서는 SDINS와 GPS의 단독 항법 시스템으로는 요구 사항을 만족하기 어려우므로 SDINS와 GPS를 통합한 SDINS/GPS 통합 항법 시스템을 사용한다. 국내는 물론 국외에서도 SDINS/GPS 통합 항법 시스템에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다[3]. SDINS/GPS 통합 항법 시스템의 구성도는 그림 1과 같다.



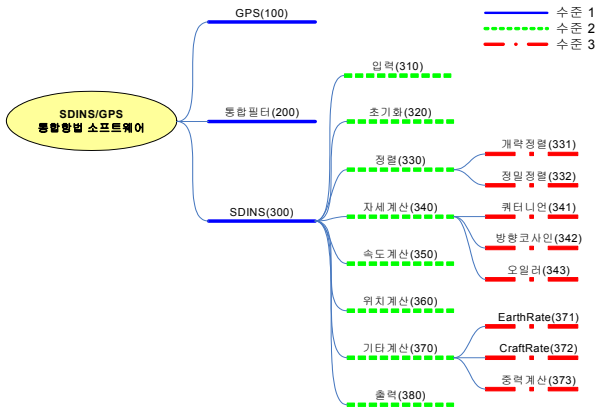
〈그림 2〉 SDINS/GPS 통합 항법 시스템

SDINS/GPS 통합 항법 시스템은 GPS 신호를 수신하기 위한 안테나, 주파수 하향 변환을 위한 RF Down Converter, 센서 측정치를 생성하는 IMU 하드웨어와 SDINS/GPS 통합 항법 소프트웨어로 구성 된다. SDINS/GPS 통합 항법 소프트웨어는 GPS, SDINS, 통합 필터 소프트웨어로 구성된다.

3. SDINS/GPS 통합 항법 시스템 소프트웨어 분해

시스템을 설계 시 사용자의 요구사항을 만족시키는 컴포넌트와 내부 컴포넌트의 인터페이스를 결정이 필요하다[1]. 사용자의 요구사항을 만족시키기 위해서는 소프트웨어의 기능을 정의하고, 이를 세분화 하여 최소 기능 단위의 컴포넌트로 분해하는 과정이 필요하다[2]. UML 기반의 소프트웨어 설계 시에는 모듈화 분해 방법을 이용하였으며, 컴포넌트들에 할당되는 기능을 기준으로 분해하였다. SDINS/GPS 통합 항법 시스템 소프트웨어는 제 1수준에서 GPS(100), 통합필터(200), SDINS(300)로 분해할 수 있다. 또한 SDINS(300)를 세분화 하여 최하위 수준까지 분해하면 그림 2와 같다.

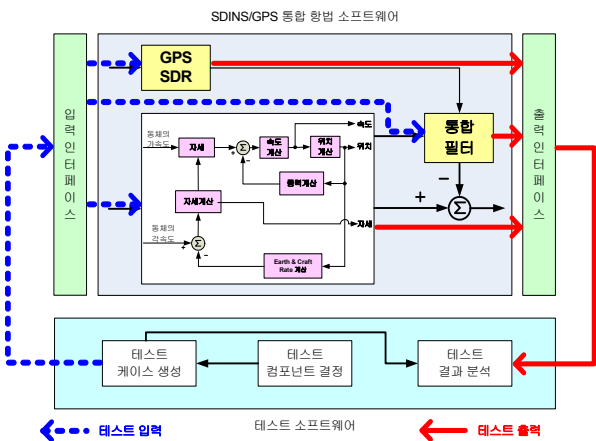
SDINS(300)는 입력(310), 초기화(320), 정렬(330), 자세계산(340), 속도계산(350), 위치계산(360), 기타계산(370), 출력(380) 컴포넌트로 분해하였다. 제 2 수준의 정렬(330), 자세계산(340) 및 기타계산(370)은 제 3 수준까지 분해하였다. 제 3 수준 분해된 정렬(330)은 개략정렬(331)과 정밀정렬(332)로 분해하였다. 자세계산(340)은 쿼터니언(341), 방향코사인(342), 오일러(343)로 분해하였다. 마지막으로, 기타계산(370)은 Earth Rate(371), Craft Rate(372), 중력계산(373)으로 분해하였다.



〈그림 3〉 SDINS 소프트웨어 분해

4. 테스트가 가능한 UML기반의 소프트웨어 구조

본 절에서는 테스트가 가능한 SDINS/GPS 통합 항법 소프트웨어 설계를 위한 구조를 제시하였다. SDINS/GPS 통합 항법 소프트웨어는 시스템 분석 및 설계가 용이하고 소프트웨어의 확장성, 유지 보수성, 재사용성을 높일 수 있는 UML 기반 모델을 고려하였다[4]. 테스트 소프트웨어는 입·출력 인터페이스를 통하여 SDINS/GPS 통합 항법 소프트웨어를 테스트한다. 테스트가 가능한 UML 기반의 SDINS/GPS 통합 항법 소프트웨어 구조는 그림 3과 같다.



〈그림 4〉 테스트가 가능한 UML 기반의 SDINS/GPS 통합 항법 소프트웨어 구조

UML 모델을 이용한 시스템 설계 시 소프트웨어 확장이 쉽기 때문에 본 논문에서는 SDINS/GPS 통합 항법 소프트웨어의 SDINS 소프트웨어 대상으로 UML 모델 설계를 고려하고, 테스트 방법을 제시하였다. SDINS 소프트웨어의 컴포넌트 단위 분해는 단위 테스트 및 통합 테스트 등과 같은 소프트웨어 내부 동작에 대한 테스트를 쉽게 할 수 있는 이점을 가진다. 테스트를 하기 위해서는 테스트 대상 컴포넌트를 결정하고, 테스트 대상 컴포넌트에 적합한 테스트 케이스를 생성한다. 테스트 케이스 생성에서는 테스트 입력과 테스트 예상 출력을 생성한다[2]. 테스트 결과 분석은 테스트 케이스에서 생성한 예상 출력과 테스트 출력을 비교하여 대상 컴포넌트의 결함 여부를 판단한다. 본 논문에서는 SDINS 소프트웨어를 테스트하기 위해서 단위 테스트, 상향식 통합 테스트, 기능 테스트, 성능 테스트를 고려하였다[2]. 테스트 단계에 따른 테스트 대상 컴포넌트들을 분류하면 표 1과 같다.

〈표 1〉 테스트 단계에 따른 테스트 대상 컴포넌트

테스트 단계	테스트 대상 컴포넌트
단위 테스트	310, 320, 331, 332, 341, 342, 343, 371, 372, 373, 380
상향식 통합 테스트	300, 330, 340, 370
기능 테스트	300
성능 테스트	300

SDINS 소프트웨어는 11개의 단위 컴포넌트, 4개의 통합 컴포넌트, 각각 1개의 기능과 성능 컴포넌트 테스트를 고려하였다. 본 논문에서는 쿼터니언(341) 컴포넌트에 대한 테스트 케이스를 생성하고, 생성한 테스트 입력과 예상 출력과 비교하여 쿼터니언(341) 컴포넌트의 결함 여부를 확인 하였다. 쿼터니언(341) 컴포넌트 단위 테스트의 컴포넌트 요구사항, 테스트 입력, 예상 출력은 표 2와 같다. 컴포넌트 요구사항은 테스트 대상 컴포넌트의 결함 여부 판단의 기준이 된다.

〈표 2〉 쿼터니언(341) 컴포넌트 단위 테스트

컴포넌트 요구사항	- 자세오차 Roll(degree) : -0.1 ~ 0.1 Pitch(degree) : -0.1 ~ 0.1 Yaw(degree) : -0.1 ~ 0.1
테스트 입력	1. 정지 상태(360초) 2. 회전 운동 상태(360초)
예상 출력	1. 자세 : (0, 0, 0) 2. 자세 : 테스트 입력 생성시의 자세

쿼터니언(341) 컴포넌트 요구사항은 HGI700AE IMU의 자이로 랜덤 바이어스(1°/hr)로부터 산출 하였으며 발산여부를 판단한다. 컴포넌트 요구사항은 사용자에 의해서 변경될 수 있다. 테스트 입력은 오차가 없는 센서 측정치를 정지 상태와 회전 운동 상태에 대해서 각각 360초 테스트 입력을 생성하고, 테스트 입력 생성 시의 자세를 예상 출력으로 테스트 출력과 비교하여 결함 여부를 판단한다. 쿼터니언(341) 컴포넌트 단위 테스트 결과 정지 상태와 회전 운동 상태에서 Roll(degree), Pitch(degree), Yaw(degree) 자세 오차가 컴포넌트 요구사항을 만족하는 것을 확인하였다.

5. 결론 및 추후 연구 과제

본 논문에서는 SDINS/GPS 통합 항법 시스템에 대해서 소개하고, 소프트웨어를 UML 기반 모델로 설계하기 위한 SDINS 소프트웨어를 분해하고, 테스트가 가능한 UML 기반의 SDINS/GPS 통합 항법 소프트웨어 구조를 제시하였다. SDINS 소프트웨어 분해 수준을 바탕으로 테스트 단계에 따른 테스트 대상 컴포넌트를 분류하고 쿼터니언(341) 컴포넌트에 대해서 단위 테스트 통하여 결함이 없는 것을 확인하였다.

추후에 테스트가 가능한 UML 기반의 SDINS/GPS 통합 항법 소프트웨어의 SDINS 소프트웨어를 UML 모델로 설계하고, 테스트 대상 컴포넌트에 따른 테스트 케이스를 생성하고, 모든 테스트 단계를 통하여 SDINS 소프트웨어를 검증할 것이다. GPS, 통합필터 소프트웨어에 대해서도 동일하게 진행하여 최종적으로 테스트가 가능한 UML 기반의 SDINS/GPS 통합 항법 소프트웨어를 완성할 것이다.

[참 고 문 헌]

- [1] Joanne M. Atlee, "Software Engineering : Theory And Practice - third edition", Pearson Prentice Hall, 2006
- [2] Roger S. Pressman, "Software Engineering : A Practitioner's Approach - fourth edition", McGraw-Hill, 1998
- [3] S. H. Oh, Dong-Hwan Hwang, C. Park, S. J. Lee and Se Hwan Kim, "Attitude Determination GPS/INS Integrated Navigation System with FDI Algorithm for a UAV," Journal of Mechanical Science and Technology (KSME Int. J), Vol 19, No. 8, pp. 1529-1543, Aug. 2005.(SCIE)
- [4] 유명환, 배정일, 신진화, 조길석, "UML 모델 기반의 교전통제 소프트웨어 아키텍처 개발", 한국군사과학기술학회지, 제 10 권 제 4 호, pp 20-28, 2007년 12월