8. 학사논문 지도교수: 박 찬 국

8-1. 초소형 위성의 자세결정기법 연구

8-2. 쿼드로터의 호버링 제어를 위한 자세결정 연구

8-3. 유도미사일의 정밀타격을 위한 지형정보 기반 항법 연구

8-4. 스마트폰을 이용한 자세측정 모듈 설계

8-5. 보행자의 실시간 보행항법 시스템을 위한 걸음검출 알고리즘 설계

실험실: 항법전자 시스템 연구실 NESL(Navigation & Electronic System Lab.)
연구실 홈페이지: http://nesl.snu.ac.kr
지도교수 연락처: (02) 880-1675, E-mail: chanpark@snu.ac.kr
대표조교: 전현철(02) 880-1732, E-mail: smartjhcz@snu.ac.kr

8-1. 초소형 위성의 자세결정기법 연구

- 관성센서는 특별한 외부 기준점 없이 자체적으로 가속도와 각속도를 측정함으로써 물체의 위치와 자세를 추정하기 위한 센서이다. 전통적인 관성센서의 경우 구성이 복잡하고 크기가 클 뿐만 아니라 가격이 매우 비싸서 항공기나 유도미사일 같은 특수한 경우에만 사용되어 왔기 때문에 보다 저렴하면서도 간편한 센서의 개발이 요구되어 왔다.

- 기술의 발전으로 단일칩 형태의 관성센서를 매우 저렴한 가격으로 생산하는 것이 가능해졌고 이를 활용한 다양한 제품과 어플리케이션이 개발되고 있다. 이러한 흐름에 따라 소형위성은 저렴한 개발비용과 발사비용 등 경제성을 인정받아 주요 선진국을 중심으로 경쟁적으로 뛰어들고 있다. 특히 개발주체가 기존의 정부차원에서 민간 기업은 물론 대학과 연구소 등으로 점차 확대되고 있다. 최근에는 무게 10㎏이하 초소형 위성인 이른바 큐브위성은 가로·세로·높이가 각각 10cm인 정사각형 모양으로 규격화(1Unit)된 무게 1kg 가량의 위성의 개발 또한 활발이 진행되고 있다. 크기가 작은 초소형 위성은 제한된 탑재체만을 이용하여 정확한 자세를 추정이 수반되어야 성공적인 임무 수행이 가능하다. 주요 센서로는 자이로, 가속도계, 지자기센서 및 태양센서가 일반적으로 사용된다.

- 본 연구에서는 초소형 위성의 자세추정기법에 대한 전반적인 이해를 목표로 하며, 결정론적 방법과 재귀적 방법에 대해 학습한다. 위에서 언급한 MEMS 센서들의 측정원리 및 오차요인에 대해 학습 후 오차를 보정하는 기법에 대한 이해한다. 이를 바탕으로 선행 연구된 자세 결정 알고리즘의 특징과 성능을 시뮬레이션을 통해 비교 분석한다.

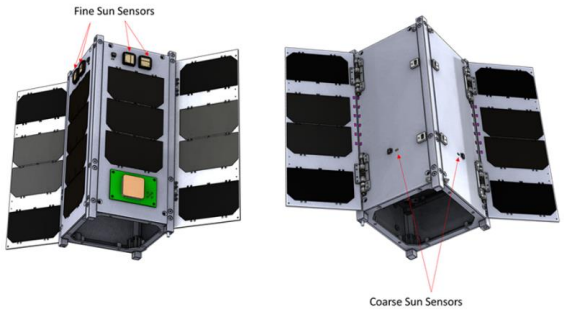

Fig. 1 큐브위성의 태양센서 배치형상

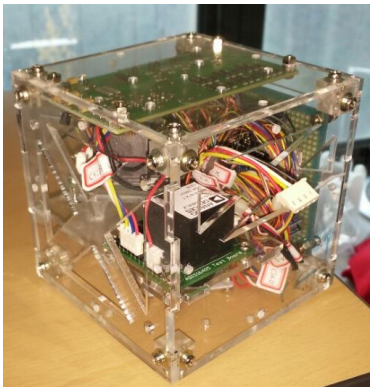

Fig. 2 큐브위성(1U)의 센서시험 모델

담당조교: 최성혁(shchoi224@snu.ac.kr)

8-2. 쿼드로터의 호버링 제어를 위한 자세결정 연구

- 최근 들어 구글과 아마존 등 글로벌 IT기업들이 무인항공기를 상업적 용도로 활용하기 위해 연구개발을 진행하면서 무인항공기 시스템 관련 연구가 활발하게 진행되고 있다. 많은 무인항공기 종류 중에서도 특히 쿼드로터 형상의 무인항공기 개발이 주를 이루고 있다. 쿼드로터는 로터(회전날개)가 네 개를 이용해 뜨고 추진하는 멀티콥터를 의미하고 각 로터는 연직 아래를 향해 있으며, 두 개는 시계 방향으로, 나머지 두 개는 반시계 방향으로 회전한다. 이들 로터의 회전 속도를 조절함으로써 쿼드콥터의 자세를 제어할 수 있고 원하는 위치로 유도 할 수 있다.

- 본 연구에서는 쿼드로터를 원하는 위치에 이동시키는데 필요한 중요한 정보 중의 하나인 쿼드로터의 자세를 측정하기 위하여 관성센서와 GPS를 이용한 알고리즘 구현을 목표로 한다. 관성센서는 가속도계와 자이로스코프와 같은 관성력을 측정하는 센서를 의미하며 가속도계는 쿼드로터의 가속도를 측정하고 자이로스코프는 쿼드로터의 각속도를 측정하는데 쓰인다. GPS는 지상, 해양, 항공분야의 항법과 이동통신망, 전력망, 금융기관 등의 시각동기에 쓰이는 위치, 속도, 시각 정보를 제공하며 두 개 이상의 GPS 안테나를 이용하여 쿼드로터의 자세를 계산할 수 있다.

- GPS를 이용하여 쿼드로터의 자세를 구하는 원리는 두개 이상의 GPS 안테나를 쿼드로터에 부착하고 상대위치 결정기법을 이용하여 안테나 사이의 기저선 벡터를 구하는 것으로 시작한다. 그런 다음 구한 기저선 벡터와 초기의 기저선 벡터를 비교함으로써 쿼드로터의 자세를 계산할 수 있다. 즉, 두 벡터의 관계로 도출된 자세는 좌표변환행렬을 구함으로써 결정되며, 좌표변환행렬은 직접구하는 방법, 최소자승법을 이용하는 방법 및 최적화 기법을 통해서 계산할 수 있다. 본 연구에서는 이러한 기법들의 성능분석을 진행하며 효과적인 쿼드로터 자세 계산 방식을 도출한다.

Fig. 3 쿼드로터 (Parrot 사의 AR drone2.0)

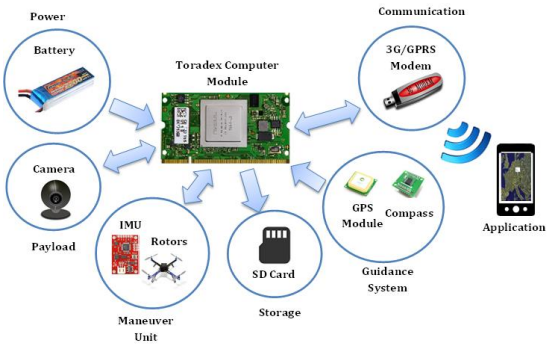

Fig. 4 쿼드로터의 다양한 탑재장비

담당조교: 김선영(sykim77@snu.ac.kr)

8-3. 유도미사일의 정밀타격을 위한 지형정보 기반 항법 연구

- 항법은 비행체(유도미사일)의 위치를 파악하는 기술로써, 현재의 위치를 파악할 수 있어야 원하는 목표지점으로의 제어입력이 가능하기 때문에 정밀한 비행(목표 타격)을 위해 매우 중요한 기술이라 할 수 있다. 전통적으로 항법은 관성항법시스템(INS: Inertial Navigation System)을 이용하여 수행되어 왔다. INS는 가속도계와 자이로로 이루어진 관성센서(IMU: Inertial Measurement Unit)를 이용하여 비행체(유도미사일)의 위치, 속도, 자세를 추정하는 방법이다. 그러나 센서가 포함하고 있는 오차요소에 의해 항법정보가 발산하는 특징이 있기 때문에, 다른 센서와 결합하여 이러한 단점을 보완하는 보정항법에 대한 연구가 진행되어 왔다. 이러한 보정항법 중 가장 대표적이고 널리 사용되는 방법은 GPS 기술과 INS를 결합한 GPS/INS 결합항법이 있다. 그러나 최근 GPS의 구조가 잘 알려지고 이로 인해 GPS jamming, spoofing 등에 대한 연구가 진행되면서 GPS 정보를 믿을 수 없는 상황을 고려하기 시작하였다.

- 이에 따라 외부 시스템의 도움 없이 비행체가 장시간, 정밀항법을 수행할 수 있는 항법시스템에 대한 요구가 대두되기 시작하였다. 이 중 한 가지 방법으로 지형고도를 활용하는 지형참조항법이 있다. 지형참조항법은 비행 중 측정한 지형고도와 비행체에 미리 저장되어 있는 지형고도 데이터베이스를 비교함으로써 현재 비행체의 위치를 추정하는 방식이다. 지형참조항법은 측정된 데이터의 처리 방식에 따라 순차처리 방식과 일괄처리 방식으로 나눌 수 있다. 순차처리 방식은 데이터를 획득하는 매 순간마다 필터 알고리즘을 활용하여 현재 위치를 추정하는 방법이고, 일괄처리 방식은 획득된 데이터를 일정 시간 동안 축적하여 프로파일을 구성한 다음 이 프로파일을 데이터베이스와 비교하여 현재의 위치를 추정하는 방식이다.

- 본 학부논문 주제에서는 비교적 구현이 쉬운 일괄처리 방식 지형참조항법을 수행하도록 한다. 기초 항법 방정식의 습득을 통해 순수항법을 수행하고 이를 바탕으로 측정치 프로파일과 데이터베이스를 매칭시키는 일괄처리 방식 지형참조항법 시뮬레이션을 수행하여 지형참조항법에 대한 이해 및 새로운 매칭 알고리즘 개발을 목표로 한다.

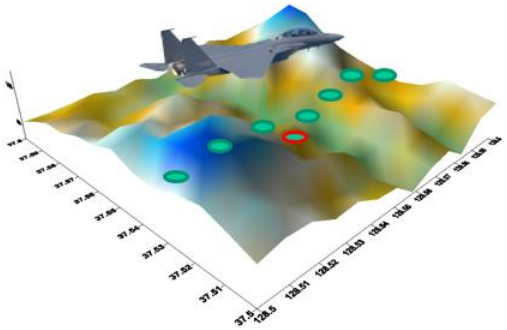

Fig. 5 지형정보기반 비행 개념도

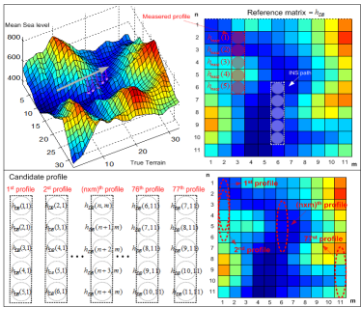

Fig.6 일괄처리 방식 지형정보기반 비행

담당조교: 전현철 (smartjhcz@snu.ac.kr)

8-4. 스마트폰을 이용한 자세측정 모듈 설계

- 관성센서는 특별한 외부 기준점 없이 자체적으로 가속도와 각속도를 측정함으로써 물체의 위치와 자세를 추정하기 위한 센서이다. 전통적인 관성센서의 경우 구성이 복잡하고 크기가 클 뿐만 아니라 가격이 매우 비싸서 항공기나 유도미사일 같은 특수한 경우에만 사용되어 왔기 때문에 이를 상용화 및 보편화시키기 위해서는 보다 저렴하면서도 간편한 센서의 개발이 진행되어 왔다.

- MEMS 기술이 발달하면서 단일칩 형태의 관성센서를 매우 저렴한 가격으로 생산하는 것이 가능해졌고 이를 활용한 스마트 기기와 같은 다양한 제품과 어플리케이션이 개발되고 있다. 특히 스마트폰의 발달과 더불어 가상현실(VR, Virtual Reality) 및 증강현실(AR, Augmented Reality)에 대한 관심이 증가함에 따라 스마트폰에 내장된 저가형 관성센서를 이용한 자세 추정에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 자세추정에 사용되는 관성센서는 가속도센서, 지자기 센서와 자이로가 있으며 각각 가속도, 지구 자기장, 각속도를 측정한다. 이 때 자이로 측정치는 적분하여 자세를 계산하는데 그 값이 시간이 지남에 따라 오차가 누적되어 발산하는 특성이 있다. 따라서 상보 필터나 칼만필터의 측정치로 가속도 센서와 지자기 센서 측정치를 사용하여 자세 오차를 보정한다.

- 본 연구에서는 위에서 언급한 MEMS 센서들을 사용하여 일반 사용자에게도 제공이 가능한 저가형 자세측정 모듈을 개발한다. 자세추정을 위한 알고리즘으로는 상보필터와 칼만필터를 사용하여 각각의 성능과 특성을 스마트폰에 내장된 센서를 이용하여 확인한다. 또한 현재 시판중인 다른 저가형 자세측정 모듈과의 성능을 비교하고 모듈 제품의 응용 방안에 대한 조사를 진행한다.

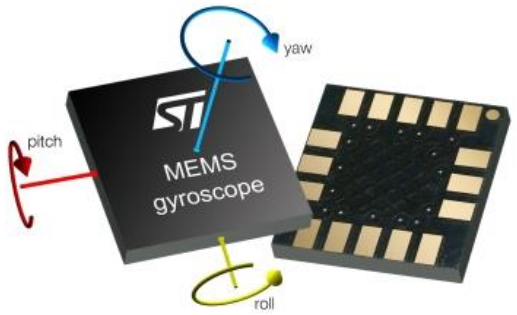

Fig. 7 MEMS 자이로스코프

Fig. 8 응용분야: Samsung GearVR

담당조교: 허세종(jjong80@snu.ac.kr)

8-5. 보행자의 실시간 보행항법 시스템을 위한 걸음검출 알고리즘 설계

- MEMS형 관성센서 기반의 PDR(Pedestrian Dead Reckoning)은 일반적으로 보행자는 걸음을 통하여 위치가 변화한다는 가정하에 개발된 추측항법시스템이다. 이러한 PDR 시스템은 위치기반 서비스(LBS, Location Based Service)의 기본이 되는 연구주제 이다. PDR의 기본 원리는 사람의 걸음 정보를 바탕으로 초기 위치로부터 진행 방향에 따라 이동거리를 추정하여 현재의 위치를 구하는 추측항법(DR, Dead Reckoning)이다. 따라서 PDR은 걸음 검출 기법, 보폭 추정 기법, 진행 방향 추정 기법으로 구성된다. 즉, 보행자의 위치를 구하기 위하여 보행자의 걸음을 검출하고 걸음과 걸음 사이의 보폭을 추정하여 이동 거리를 결정한다. 또한 지자기 센서나 자이로 등을 이용하여 보행자의 진행 방향을 추정한다.

- 본 연구에서는 구현의 용이성을 고려하여 센서 모듈을 걸음에 의해 발생하는 몸의 움직임을 검출하기 위한 것으로 보행 중 움직임이 가장 많은 발에 장착하도록 설계한다. 발의 전진 방향으로 장착된 가속도계는 걸음에 의한 발의 가속도를 측정하여 걸음을 검출하고 지자계 센서의 경사각 보상을 위한 발의 자세를 계산하는데 사용된다. 그리고 이런 데이터들을 사용하여 걸음을 검출하고 보폭을 결정한다. 따라서 센서 모듈에서 출력되는 데이터만으로 보행항법을 수행할 수 있다.

- 보행 항법 정확도를 높이기 위해서는 먼저 걸음 검출 정확도가 매우 중요하다. 이러한 걸음 검출 정확도를 높이기 위해서는 다양한 보행 동작을 고려한 걸음 검출 알고리즘이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 보행 항법 시스템의 성능을 높이기 위해 다양한 보행 동작을 고려한 걸음 검출 알고리즘을 연구한다.

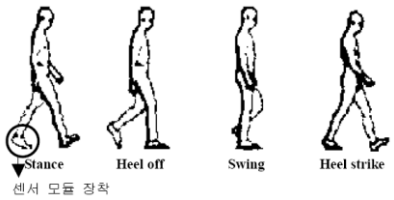

Fig. 9 보행 단계 분석

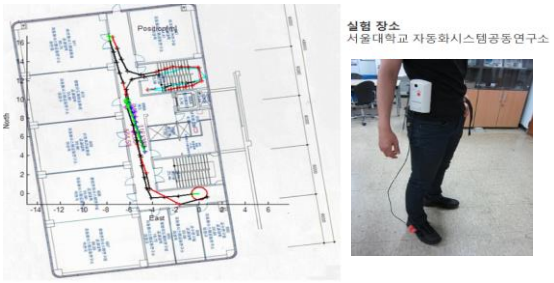

Fig. 10 실내 보행 항법 시스템

담당조교: 주호진 (hojin419@snu.ac.kr)