

# GPS/IMU 결합에 의한 자세 및 동적 위치 결정 분석

## Attitude and Dynamics Position Determination Analysis with the combined GPS/IMU

백기석<sup>1)</sup> · 박운용<sup>2)</sup> · 이종출<sup>3)</sup> · 차성렬<sup>4)</sup>

Back, Ki Suk · Park, woon youg · Lee, Jong Chool · Cha, sung yeoul

<sup>1)</sup> 동아대학교 토목공학과 박사과정(E-mail:back0897@donga.ac.kr)

<sup>2)</sup> 동아대학교 토목해양공학부 교수(E-mail:uyupark@daunet.donga.ac.kr)

<sup>3)</sup> 부경대학교 건설공학부 교수(E-mail:jclee@pknu.ac.kr)

<sup>4)</sup> 양산대학 토목과 교수(E-mail:syucha@mailyangsan.ac.kr)

### 요지(Abstract)

In this paper, the error compensation method of the low-cost IMU is proposed. In general, the position and attitude error calculated by accelerometers and gyros grows with time. Therefore the additional information is required to compensate the drift. The attitude angles can be bound accelerometer mixing algorithm and the heading angle can be aided by single antenna GPS velocity. The Kalman filter is used for error compensation. The result is verified by comparing with the attitude calculated and dynamics position determination by Attitude Heading Reference System with Micro Electro Mechanical System for a basis

## 1. 서 론

최근 전자 장비의 발달로 인해 자동 항법 장치와 제어 시스템이 비행 물체를 비롯한 각종 이동체에 적용되고 있다. 이러한 시스템들은 이동체의 운동학적 정보인 현재 위치, 속도 및 자세의 빠른 획득과 갱신을 생성하는 항법 체계가 필요하다. 대표적인 항법시스템으로는 범 지구 위치결정 시스템(GPS : Global Positioning System)과 관성항법시스템(INS : Inertial Navigation System)을 들 수 있다. 특히 GPS는 명확한 오차 정보를 생성할 수 있으며 정확한 위치 및 속도 정보를 제공하므로 육상 항법 시스템에 널리 이용되고 있다. 하지만 GPS는 위성의 가시성을 좌우하는 주위환경에 의해 발생하는 다중 경로, 신호차단 등의 우연오차를 결정하지 못하며, 이동체의 속도보다 낮은 자료 전송 속도로 정보를 생성하기 때문에 정확한 동적 위치 결정을 하기 힘들다. 이에 외부의 도움 없이 높은 자료 전송 속도로 자세, 위치, 속도 정보를 제공하고 이 데이터를 Filtering 하는 MEMS(Micro Electro Mechanical System)기반의 AHRS(Attitude Heading Reference System) IMU(Initial Measurement Unit)를 결합하여 보다 정확한 이동체의 자세와 동적 위치결정을 구현하고자 하였다.

## 2. 실험 및 분석

### 2.1 실험 대상지 및 장비

GPS 장비를 이용하여 단독 동적 위치 결정실험을 위해 2D 위치 정확도가 우수한 DGPS 기법을 이용하였다. 실험 대상지는 건물, 지장물이 있는 준 개활지로 최근에 택지가 조성된 곳에서 최소한의 건물과 시야가 광활한 곳으로 실험에 적합한 장소에 실시간으로 데이터를 취득하였으며 이동체의 위치 정확도를 실험하였다. 본 실험을 위해서 DGPS 장비를 구축하여 기지점에 한 대의 수신기 이동국에 수신기 한 대를 설치하여 수신기의 모뎀을 이용하여 기지국에 설치된 무선 안테나를 통해서 스펙트럼 확산 통신방식으로 코드, 반송파 위상 또는 보정량 등을 이동국으로 전송하여 이동국의 수신기에서 실시간으로

이동국의 보정위치를 산출하는 기법을 이용하였다. 자료는 1초씩 취득하였으며, 휴대용 컴퓨터를 이용해서 전기적 인터페이스 및 데이터 프로토콜인 NMEA의 GGA로 ASCII 형태로 출력하였다. 그림 1은 실험대상지의 전경이며, 그림 2는 수치지도에서 발취하여 도시하였다.



그림 1. 실험 대상지

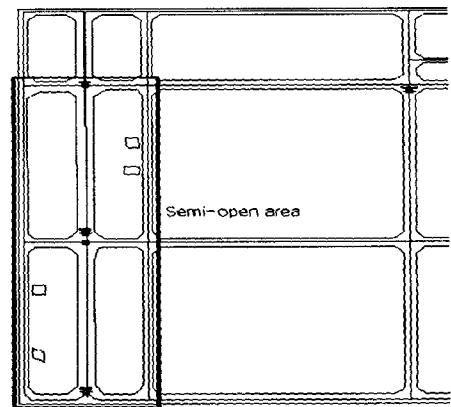


그림 2. 실험 대상지의 수치지도

롤, 피치 그리고 Heading각 측정을 측정할 수 있는 Crossbow AHRS 400CC는 고안정 MEMS 센서이고 광범위하게 측정할 수 있는 자이로와 가속도계를 안정판에 장착되어 있다.

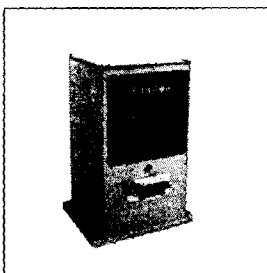


그림 3. AHRS 본체

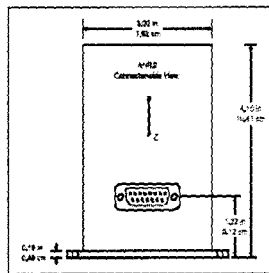


그림 4. 정면도

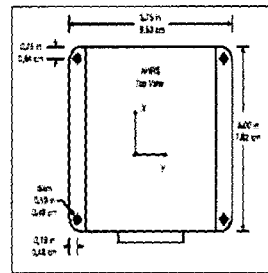


그림 5. 입면도

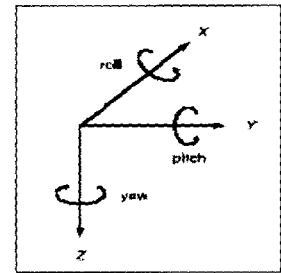


그림 6. AHRS 좌표계.

위 그림 3, 4, 5, 6는 AHRS의 본체와 정면, 입면도, 좌표계이다. 관성항법 시스템에서의 좌표계의 방향이 중요하므로 15pin의 출력단자 반대편이 진행방향의 x축이라는 것을 보여주고 있다.

아래 그림 7는 AHRS 흐름도를 나타내고 있다.

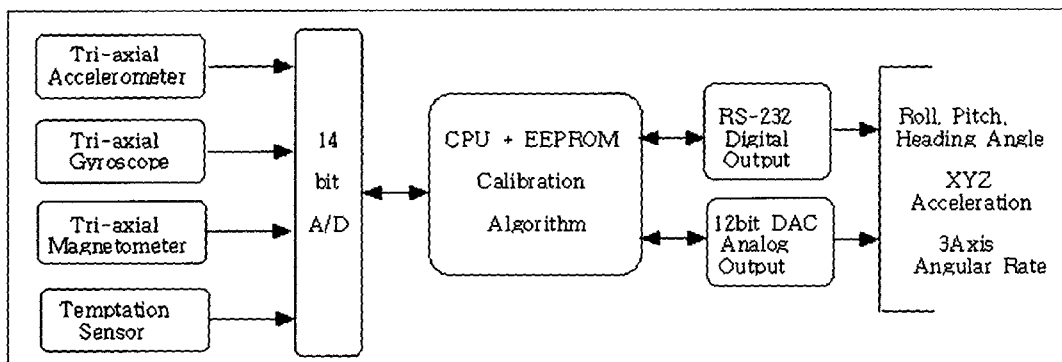


그림 7. AHRS 흐름도

## 2.2 DGPS 관측값

DGPS 기법을 이용하여 실험대상지에 데이터 취득률을 1sec로 하여 데이터를 처리하여 다음 그림 8과 같이 준 개할지의 궤적을 도시할 수 있었다. 그리고 준 개할지에 건물이나 지장물에 의해 원 궤적에서 크게 벗어난 것을 A, B, C구간으로 구분하여 도시하였다.

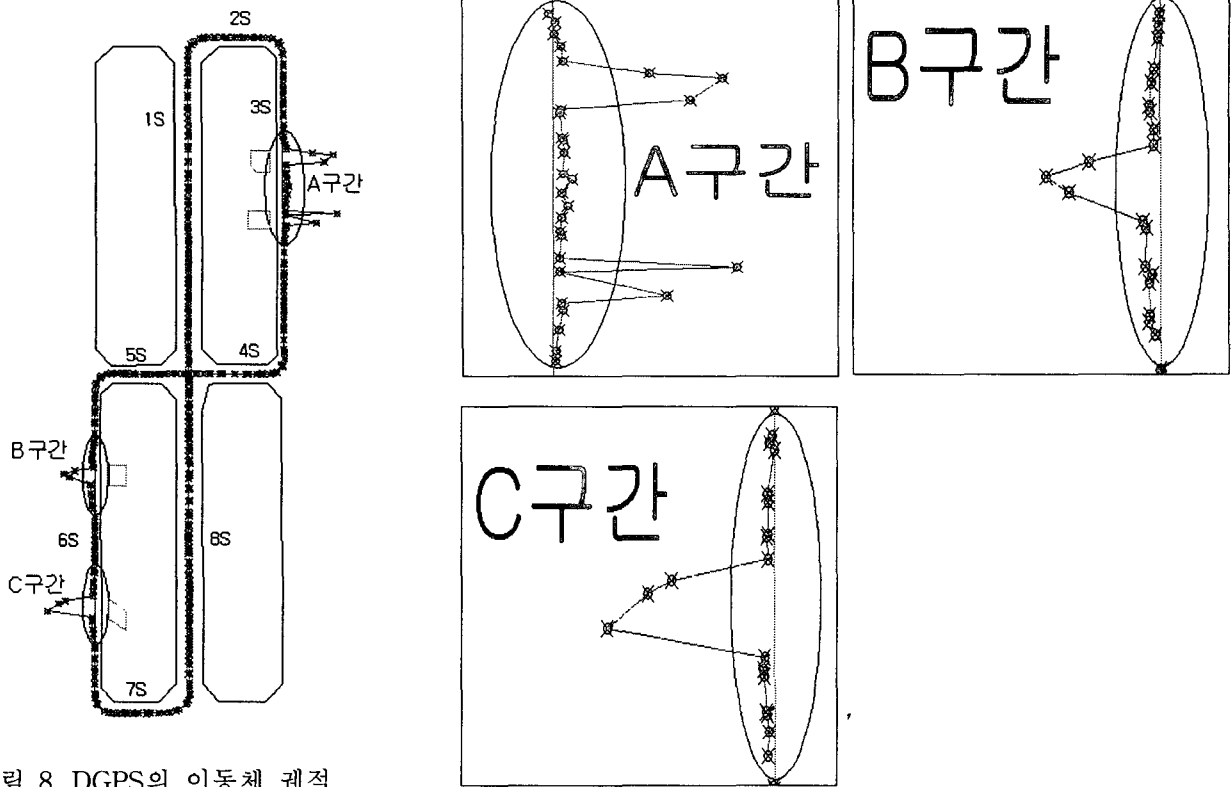


그림 8. DGPS의 이동체 궤적

1S ~ 8S는 이동체의 궤적 순서이며 각 구간에 데이터를 수치 지도의 중앙을 기준으로 잔차의 평균과 표준오차를 구하여 표 1에 나타내었다.

표 1. 준 개할지의 평균, 표준오차, 위성수, HDOP

	Mean(m)	RMS(m)	sN(EA)	HDOP
1section	-0.147	0.177	11.000	1.900
2section	-0.244	0.263	11.000	1.900
3section	-1.015	1.741	11.000	1.900
4section	-0.043	0.122	11.000	1.900
5section	-0.269	0.315	11.000	1.900
6section	1.098	1.807	11.000	1.900
7section	-0.040	0.144	11.000	1.900
8section	-0.005	0.156	11.000	1.900
A구간	-3.272	3.764	7.038	8.963
B구간	2.220	2.612	7.500	5.877
C구간	1.827	2.290	8.000	6.941

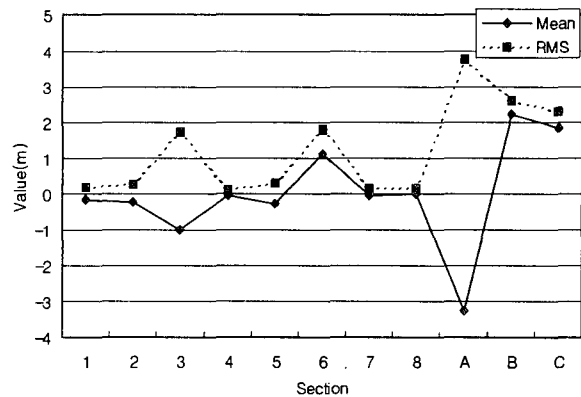


그림 9. DGPS 측위의 평균과 표준오차

준 개할지에서는 건물이나 지장물에 의한 구간 A, B, C를 제외하고는 우수한 데이터를 취득할 수 있

었다. 하지만 데이터 취득률에 있어서 개할지의 경우 평균 40km/hr로 이동하였으며 신호의 차단 후 재 초기화 과정에서 차량의 속도를 급속도로 줄여야만 자료를 취득할 수 있었다. 총 거리는 대략 1.4km 정도이며 데이터 취득은 186개였다. 특히 지장물이 있거나 건물이 있을 때는 기지국의 신호가 차단되지 않기 위해 저속으로 이동체를 운행하였고 한 측정점 당 거리는 약 12.0m정도였다.

### 2.3 DGPS/IMU 관측값

각각의 시스템을 분리하여 이동체의 자세 결정 및 동적 위치 결정 행한 것을 바탕으로 약결합 방법을 통한 각 센서에서 얻어진 이동체의 항법해(위치, 속도)차이를 측정치로 해서 오차 보상 필터를 구동하여 IMU 오차를 보상하였으며 출력신호를 제어, 수정 입력측에 돌려 확정형 칼만 필터를 적용하여 속도가 Zero 일 때 초기값 보정식을 적용하여 관측 대상지에서 실험을 행하였다. 준 개할지 각각 구분하여 DGPS 측위 기법과 AHRS IMU 센서의 칼만 필터링을 한 데이터(이하 FIMU)를 결합하여 초기 Format 값을 주게 되며 수치지도에 접목하여 구한 이동체의 궤적을 그림 10에 나타내었다.

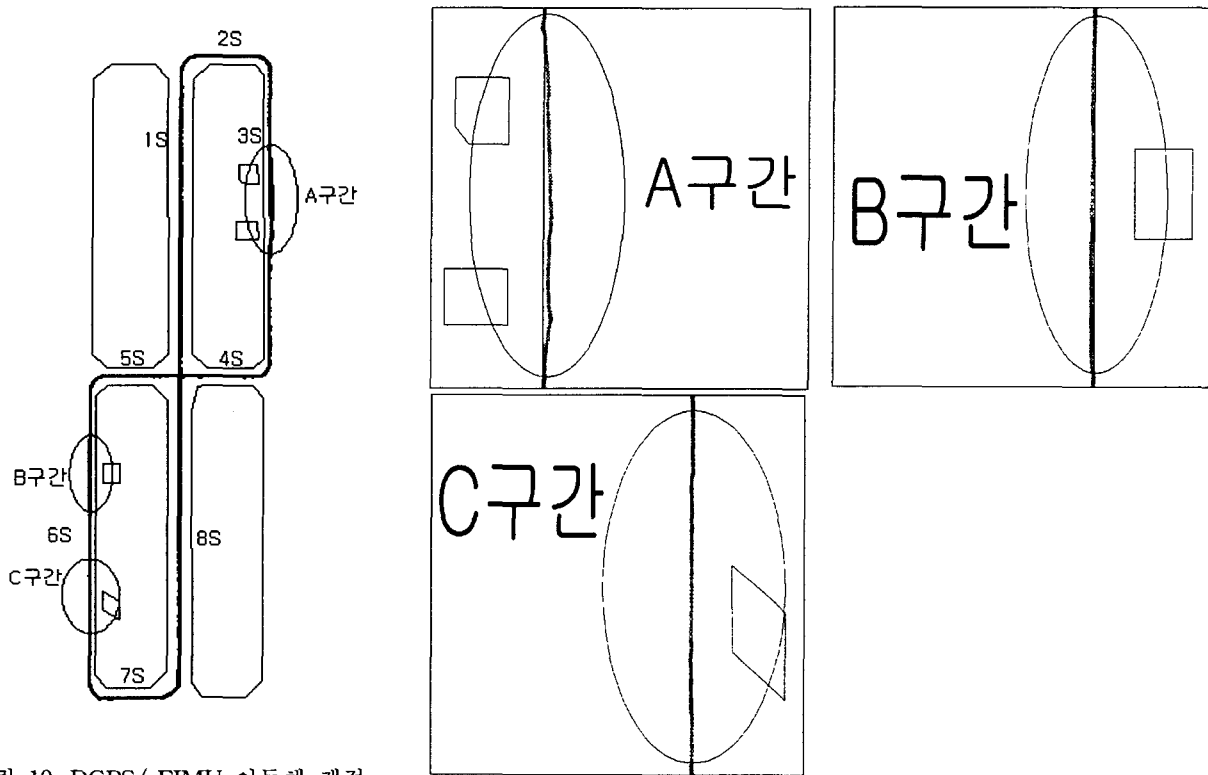


그림 10. DGPS/ FIMU 이동체 궤적

표 2. DGPS/FIMU의 평균과 표준오차

	Mean(m)	RMS(m)
1section	-0.104	0.146
2section	-0.214	0.224
3section	-0.314	0.541
4section	-0.061	0.109
5section	-0.212	0.254
6section	-0.024	0.223
7section	0.046	0.067
8section	0.046	0.103
A구간	-1.523	1.589
B구간	0.754	0.781
C구간	-0.083	0.176

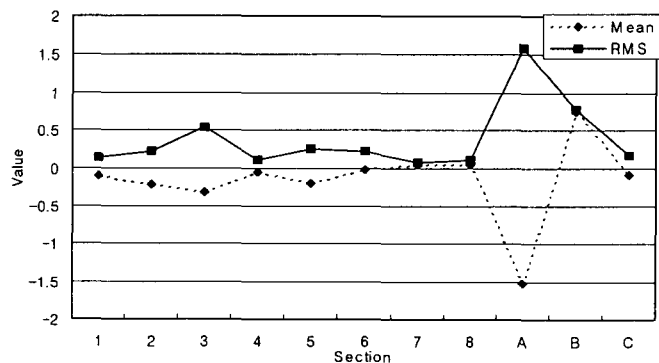


그림 11. DGPS/FIMU 평균과 표준오차

DGPS 단독으로 준 개할지를 관측하였을 때 A, B, C 구간의 궤적이 크게 벗어났으나 DGPS/FIMU 결합하여 동적 위치 결정시 본 궤적과 거의 유사하게 나타났으며, A, B, C 구간에 확장 칼만 필터가 적용됨에 따라  $x$ ,  $y$  축의 정확도를 향상시킬 수 있었다. A, B, C구간을 제외한 전체 평균은 0.128m, 표준오차는 0.208m이었다. 표 2에는 DGPS/FIMU 결합 시스템에 의한 각 구간의 평균과 표준오차를 나타내었다.

### 3. 결 론

1. 준 개할지에서는 주위 환경의 지장물에 의해 데이터 취득 불가능한 곳을 구분하였으며, A, B, C구간에서 DGPS 단독 시스템의 경우 최대 41.5m 가량 궤적에서 벗어나는 것을 알 수 있었다. 두 시스템을 결합하였을 때 최대 2.2m 이내에 이동체의 궤적을 구할 수 있었으며, 평균과 표준오차를 크게 향상시킬 수 있었다.
2. DGPS/FIMU 결합시스템의 경우에는 데이터 취득에 있어 0.2m 정도의 간격으로 취득할 수 있었으며 차량의 속도는 대략 45km/hr로 주행하였으며, DGPS 단독 시스템에서는 12.0m 정도의 간격으로 데이터를 취득 할 수 있었으며, 차량의 속도는 A, B, C 구간까지 포함해서 평균 20-30km/hr로 주행하였다.

### 참고문헌

- 박운용 (2004), 기본측량학, 형설출판사, pp. 693-723
- Baumker, M. and A. Mattiss (1992), Integration of a Fiber Optical Gyro Attitude and Heading Reference System with Differential GPS, Proceedings of ION GPS-92, Albuquerque, New Mexico pp. 1093-1101
- Cohen, C. E., B. W. Parkinson and B. D. McNally (1994) : Flight Tests of Attitude Determination Using GPS Compared Against an Inertial Navigation Unit, Navigation, Journal of The Institute of Navigation, Vol. 41, pp. 83-97