

## INS에 의한 차량의 위치 정확도 보정

### Accuracy Correction of Car Position by INS

박운용<sup>1)</sup> · 장상규<sup>2)</sup> · 이재원<sup>3)</sup> · 정공운<sup>4)</sup>

Park, Woon Yong · Jang, Sang Kyu · Lee Jae One · Jeong Gong Uhn

<sup>1)</sup> 동아대학교 공과대학 토목해양공학부 교수 (E-mail: [uypark@daunet.donga.ac.kr](mailto:uypark@daunet.donga.ac.kr))

<sup>2)</sup> 상주대학교 이공대학 토목공학과 교수 (E-mail: [skjang@sang.ac.kr](mailto:skjang@sang.ac.kr))

<sup>3)</sup> 대한측량협회 연구부장 (E-mail: [jolee@kasm.or.kr](mailto:jolee@kasm.or.kr))

<sup>4)</sup> 신화지리정보(주) 상무이사 (E-mail: [gwjeong@hanmail.net](mailto:gwjeong@hanmail.net))

#### Abstract

Nowadays it is necessary to manage the road system effectively because of the explosive increment of vehicles and goods. To resolve this problems through the fast upgrade of information about position and time of moving vehicles, the combined navigation system using GPS(Global Positioning System) and complementary navigation system, i.e. INS(Inertial Navigation System), DR(Dead Rocking), etc. has been used. Although GPS is popular for the vehicles in the urban canyon because of its few satellites. In this paper, position tracking algorithm is presented, which reduces vehicle position error dramatically by fusing GPS and INS sensors. And the validity of our algorithm is demonstrated by the experimental results with the real car.

## 1. 서 론

GPS는 어떤 점의 위치를 실시간으로 제공해 주기 때문에 항공기, 자동차, 선박과 같이 이동하는 물체의 위치를 정확하고 효과적으로 측정하거나, 다른 응용분야에 유용하게 이용될 수 있다. 그러나 차량의 정확한 현재 위치를 GPS만을 가지고 획득하는 것은 GPS가 받는 위성신호 오차 및 차량항법시스템(Car Navigation System; CNS) 주위 환경의 영향으로 그 위치 오차가 상당히 크게 발생할 수 있다. Piloting, Celestial 등과 같은 기존의 차량 주행방법들에 비해서 GPS를 이용한 차량항법시스템은 약 20,183km 상의 고도 위에 있는 위성에서 받는 위치신호 덕분에 기존 방법의 가장 큰 문제점이었던 누적오차를 줄이기는 하였지만, 터널 내부, 높은 빌딩들 사이, 나무가 너무 울창한 숲 등과 같은 위성에서 위치 신호를 받지 못하는 지역이 발생하게 된다. 또한 GPS 위성의 GDOP(Geometry Dilution of Precision)이나 주기적으로 바뀌는 위성궤도 때문에 위치를 연산하는데 문제점이 발생하게 된다. 그러므로 본 연구에서는 기존의 차량항법 시스템과 비교하기 위해서 GPS에 의한 차량항법 위치를 결정하고, 이를 바탕으로 위치결정의 정확도가 낮은 지역에 대해 GPS와 INS를 동시에 차량에 탑재하여 위치를 결정하였다. 결정된 위치를 수치지도와 비교함으로써 정확도를 평가하였다.

## 2. 차량위치결정 시스템

차량의 위치를 결정하는 방법중 가장 많이 쓰이고 있는 것은 GPS와 DR(Dead Rocking)이다. DR은 방향각의 벡터변화량과 주행한 거리를 연속적으로 찾아서 현재의 위치를 추정하는 방법이며, 이 방법의 장점은 GPS에 비해서 그 장비를 만드는 비용이 저렴할 뿐만 아니라 단거리에서는 상당히 정확한 위치를 찾을 수 있다. 반면에 위치가 계속 누적된다는 단점이 있다. 반대로 GPS는 오차가 누적되지는 않지

만 위성상태에 따라 부정확한 위치를 나타낼 수 있거나 주변환경에 따라 수신되지 않을 수 있는 문제점이 있다. 따라서 두 측량방법을 동시에 사용하여 위치를 결정한다면 상호보완적으로 이용될 수 있다.

## 2.1 GPS 위치결정

GPS 측위법은 위성으로부터 수신기까지의 거리를 사용하여 수신기의 3차원 위치를 결정하는 측위법이다. 이것은 재래식 측량 방법에서 한 개의 미지점으로부터 여러 개의 기지점에 이르는 거리를 관측하고 후방 교회법으로 미지점의 좌표를 구하는 방법과 같은 원리이다. 다만, GPS측량에서는 위성의 위치가 기지점이 되고 반대로 수신기의 위치가 미지점이 되는 것이다. GPS 위성 관측으로부터 얻어지는 관측성과는 두 가지가 있다. 첫째는 위성으로부터 수신기까지의 의사거리이며, 둘째는 위상차이다. 위상차는 위성에서 송신된 신호가 수신기에서 수신될 때 수신기 자체에서 생성된 신호와 비교하여 얻어지며 위성으로부터 수신기까지의 거리 계산에 사용된다. 일반적으로 단독 측위법에서는 의사거리를 사용하며 상대측위법에서는 반송파의 위상변위, 즉 위상차를 사용한다. GPS 측량의 정밀도는 사용하는 반송파 신호(L1과 L2파) 또는 코드 신호(C/A 코드와 P 코드)의 종류와 측위법의 종류(단독측위 또는 상대측위)에 따라 좌우된다. 일반적으로 GPS에 의한 차량항법은 상대측위(DGPS)를 이용하며, DGPS는 이미 좌표를 알고 있는 기지점에 고정용 수신기를 설치하여 보정자료를 생성하고 이와 동시에 미지점에 또 다른 수신기를 설치하여 고정점에서 생성된 보정자료를 이용해 미지점의 관측 자료를 보정함으로써 높은 정확도를 확보하는 GPS 측위기법을 말한다.

## 2.2 위치오차 처리 알고리즘

GPS가 가진 본질적인 오차 때문에 본 연구에서는 GPS와 INS를 결합해서 상호간의 단점을 보완할 수 있도록 하고 있다. 이 알고리즘은 GPS 신호가 안좋을때는 INS를 사용하고, 그렇지 않을때는 GPS와 결합해서 오차를 줄이고 있다. GPS 데이터와 INS의 방법을 조합하여 직선구간을 달릴 경우에는 아래와 같은 회기곡선을 써서 차량위치를 결정한다. 이를 만족하는 회기곡선 식은 다음과 같다.

$$y = \alpha x + \beta$$

$$\alpha = \frac{n \sum_{i=1}^n s_i t_i - (\sum_{i=1}^n s_i)(\sum_{i=1}^n t_i)}{n \sum_{i=1}^n s_i^2 - (\sum_{i=1}^n s_i)^2}, \quad \beta = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{n} - \alpha \frac{\sum_{i=1}^n s_i}{n}$$

차량의 방향(D)은

$$D = \tan^{-1} \left( \frac{\delta y}{\delta x} \right)$$

$\delta x$ =direction\_x - starting point x

$\delta y$ =direction\_y - starting point y

이며, 이들 데이터로 차량의 최종 위치는

$$bx = k(gx - dx) + dx$$

$$by = k(gy - dy) + dx$$

이며, 여기서

$bx, by$  : 최종적인 차량 위치

$gx, gy$  : GPS의 x, y 위치

$dx, dy$  : INS의 x, y 위치

### 3. 실험 및 분석

#### 3.1 기준점 관측

GPS 위성항법시스템을 이용하여 차량의 동적위치를 결정하기 위한 실험장소로 상주대학교 교내를 선정하였다. 실험 지역 내에서는 2차선, 4차선도로, 고층건물, 그리고 수목 등이 많은 편으로 실제로 차량이 운행되는 지역은 위성항법시스템의 신호수신이 매우 어려우므로 이 지역이 실험대상지로서 매우 좋은 지역이라 판단되어 선정하였다. 그림 1은 연구대상지역이고, 관측epoch는 1초로 설정하였으며, 관측 당시 차량의 속도는 평균 30km/hr로 운행하였고, 기준국에는 Zephyr Geodetic 안테나를, 이동국 차량에서는 Zephyr 안테나를 설치하고 위성의 최소수신고도와 데이터 취득간격을 동일하게 하여 동적측량을 실시하였다.

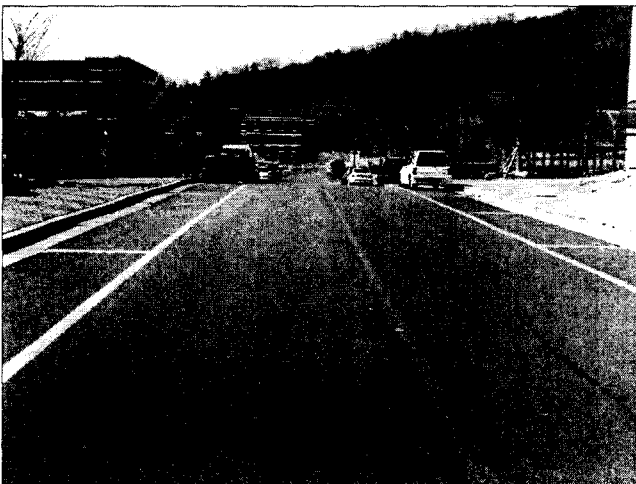


그림 1. 실험지역

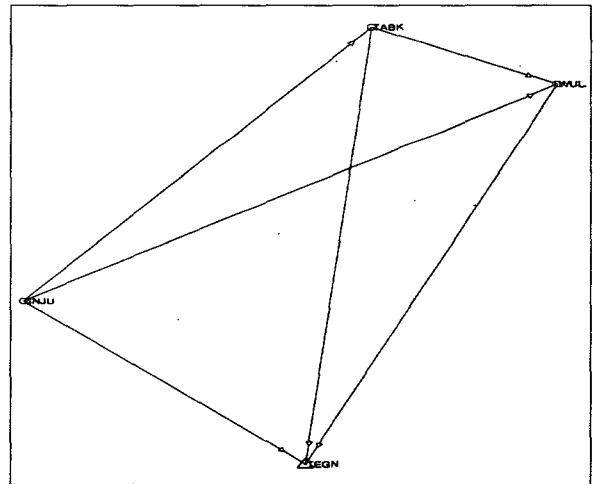


그림 2. GPS 기준망 측량

실험시간동안 평균 8개의 위성을 추적하였고, 실험 당시의 위성 기하분포(PDOP)는 평균 3.35이었다. 관측에 사용된 수신기는 Trimble사의 5700이고, 안테나는 microstrip형 zephyr안테나이다. 수신기는 L1/L2 C/A 코드와 P 코드 및 반송파 위상을 수신할 수 있고 20개의 채널을 가지고 있다.

후처리에 의한 동적측위와 실시간 동적측위의 기지국으로 사용할 측점의 좌표를 구하기 위해 2004년 3월 12일 09:00 ~ 2004년 3월 13일 08:59의 24시간 동안 Trimble 4000SSi 수신기를 이용해서 그림 2와 같이 대구(TEGN), 울진(WULJ), 태백(TABK)과 상주(SNJU)의 상시관측점으로 망을 구성하였다.

GPS에 의한 차량의 동적위치를 결정하기 위해 기지국에 한대의 안테나를 세우고 다른 이동국 안테나는 차량 뒷부분에 설치하였다. 특히 이 실험은 차량이 이동하는 과정에서 이루어지므로 이동국 안테나가 바람이나 차량자체에 의한 진동으로 인해 요동하여 신호수신에 영향을 줄 수 있으므로 안테나를 차

량에 단단히 고정하기 위해서 고정대를 제작하여 차량위에 설치하고 고정대 위에 안테나를 설치하여 고정하였다.

### 3.2 실험

차량에 안테나와 수신기를 설치하고 GPS에 대해 차량의 동적단독측위(KSPP ; Kinematic Single Point Positioning)를 통해 차량의 이동궤적을 구하였다. 특히 여기서는 기지국의 성과를 통해 차량에 설치된 안테나만을 이용한 동적단독측위를 통해 차량의 동적측위를 결정하였다. 그리고 동적단독측위에 의한 차량궤적의 정확도를 평가하기 위해 반송파 위상을 이용한 차분측위로 구한 궤적은 그림 3과 나타내었다. 현재 위성항법시스템에서 차량의 동적위치를 결정하기 위해 많이 이용되고 있는 기법 중 하나가 OTF(On The Fly) 동적측위이다. 본 실험에서는 수신기의 내부모뎀을 이용해서 기지국에 설치된 무선안테나를 통해서 보정량을 이동국으로 전송하여 이동국의 수신기에서 이동국의 보정위치를 산출하는 기법을 이용하였고, 자료는 1초로 휴대용 컴퓨터로 자동 저장하는 방식을 취하였다. 반송파 위상을 이용하여 OTF GPS로 차량의 이동궤적을 그림 4와 같이 나타내었다.

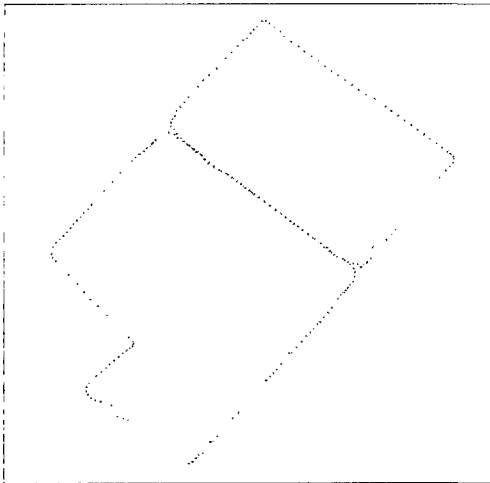


그림 3. 동적단독측위

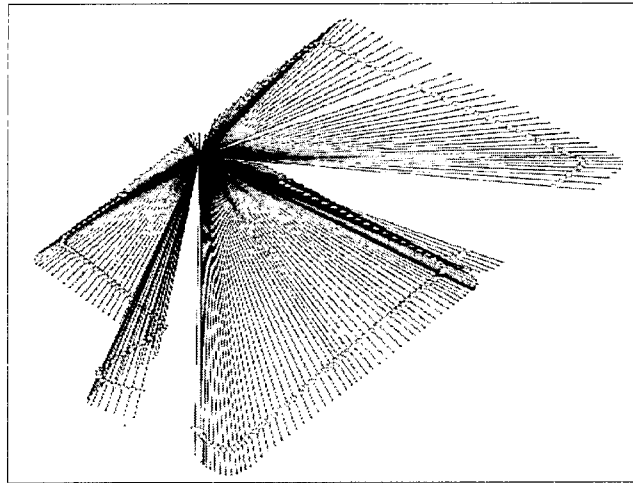


그림 4. OTF 동적측위

이동국에서 약 1.0km가 떨어진 곳에 기지국을 설치하고 차량에는 이동국 안테나를 부착하여 기지국과 이동국에서 동시에 1초로 자료를 수신기에 저장하여 후처리를 통해 차량의 이동궤적을 구하였다. 후처리로 인해 위성으로부터 자료 수신에 차단된 지역은 그림 5와 같이 GPS 수신상태가 좋지않아 기준점으로부터 기선거리가 결정되지 않았고, 그림과 같이 수목에 의해 신호가 차단된 것으로 판단된다. 이와 같은 지역에서 INS와 같이 사용하여 위치를 결정하였다. GPS 단독에 의한 동적측량에서 초기화를 하지 않고 GPS 궤적을 구한 결과와 OTF에 의한 초기화를 한 GPS 궤적을 구한 결과를 그림 6과 같이 도로의 양 끝선을 따라 그리고 그 위에 일반 동적 측량의 궤적과 OTF 동적측량의 궤적을 색으로 구분하여 나타내었다. 일반 도로선은 수치지도에서 추출하여 나타내어 새로 구획되고 정리된 현재의 도로와는 조금의 차이가 있음을 미리 밝혀둔다.



그림 5. GPS 수신 불능 지역

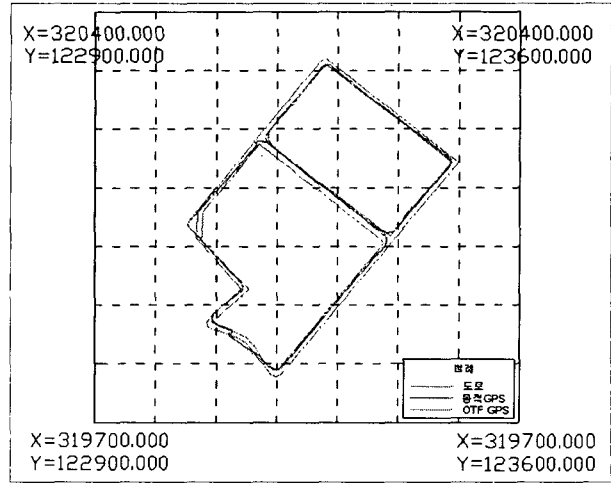


그림 6. 차량 궤적

#### 4. 결 론

도심지 등과 같은 위성신호의 수신이 어려운 장소에서 GPS에 의한 동적단독측위, 후처리 동적측위로 차량의 이동궤적을 구하고, GPS 반송파 관측값을 이용한 자세결정의 적용성과 성능을 분석하기 위해서 정지측위와 이동중인 차량에 대한 동적실험을 수행하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다. 동적단독측위와 후처리 동적측위로 구분하여 측량한 결과, 후처리 동적측위에 의한 자료획득율이 동적단독측위의 자료획득율보다 양호하였으며, 후처리 동적측위를 통해 2차선 도로에서 차량의 동적위치를 결정할 수 있음을 보여주었다. 이때 평균값과 표준오차(RMS)를 각각의 측방향별로, x축 RMS 3.0m이하, y축 RMS는 6.0m이하, Z축 RMS는 5.0m로 나타났으며, 후처리에서 처리되지 않은 측정들을 제외하고 처리된 측정만을 비교 분석한 결과이다.

#### 참고문헌

1. 이혁중, 이창호, 김광익, "Car Navigation System에서 GPS와 추측항법을 결합한 위치오차의 최소화  
에 관한 연구", 한국지형공간정보학회 제 2권 제 2호, pp.81-88, 1994.
2. 김일선, "차량항법을 위한 GPS 위치결정 기법", 서울대학교 박사학위논문, 1996.
3. 김진원, "GPS 반송파 위상과 INS를 상호 보완적으로 이용한 자세 추정", 서울대학교 박사학위논문,  
1998.
4. 이인수, "GPS/GLONASS 결합에 의한 차량의 동적위치결정", 동아대학교 박사학위논문, 2001.