

DGPS를 이용한 항법용 수치지도의 정확도 검증에 관한 연구

김 용 일*, 편 무 욱**

1. 서 론

여러 공정을 통해 출력되어지는 지도에 있어 이 지도가 과연 어느 정도의 정확도를 갖는가에 대한 문제는 그 지도의 사용자들에게는 중요한 문제이다. 종이 등의 아날로그 매체의 시대를 지나 수치적으로 기록되어지는 현재에 있어서는 공간자료의 엄청난 수요와 자료의 다양한 정량화로 인해 정확도에 관한 문제가 더욱 큰 관심사로 대두되고 있다. 특히 자동차항법용 수치지도에 있어서는 위치정확도의 질적수준은 전체 시스템의 수준과 직접 연결되는 핵심적인 문제라 하겠다.

이와 같은 수치지도제작을 위한 위치정확도의 기준이 제공되고 있기는 하나 이론적인 배경 및 표준화된 검정과정등 실제적인 사항에 대해서는 그 중요성에 비해 거의 연구된 바 없으며, 특히 도로망과 같은 선형사상에 있어서는 기준데이터(Reference Data)의 모호성, 전수조사의 비효율성 등으로 인해 위치정확도에 검증에 많은 어려움이 있다.

따라서 본 연구에서는 자동차항법용 지도의 요체라 할 수 있는 도로의 선형 정확도를 신속하고 저렴하게 평가하기 위해 DGPS 기술의 적용 가능성을 검토하였다.

2. 수치도로지도와 DGPS 측정결과와의 오차분석실험

DGPS(Differential GPS)기술은 정밀 측량으로 정확한 위치를 알고 있는 지점(Base Station 또는 Reference Station)에 세워놓은 수신기의 위치오차 또는 위성과 수신기의 시계오차를 계산하여, 같은 시간에 동일한 위성의 신호를 수신하고 있는 다른 수신기(Rover)의 오차를 소거하는 기법으로 높은 정확도로(130km 기저선에 약 3m의 오차 : 이영재 등, 1995) 로 수신기

*서울대학교 도시공학과 조교수 **서울대학교 도시공학과 박사과정

위치를 정확히 측정할 수 있기 때문에 실용화를 위한 연구가 활발히 진행되고 있다.

본 연구에서는 GPS에 의한 위치정보값을 실측/분석하여 실제 기준 도로선형과 비교한 오차량을 분석하였다.

2.1 사용 데이터

이 작업에서 사용된 기준 데이터는 서울대학교 주변을 항공측량하여 작성된 1:500 수치도로지도이며, 표준안의 정확도 기준에 따라 작성된 1:5,000 디지털정 수치도로지도도 아울러 DGPS측정결과와 비교하였다.

한편, DGPS측정은 자동차에 직접 GPS를 이용한 데이터 취득장비인 Pathfinder 장비를 장착하여 약 3.8Km에 이르는 서울대학교 순환도로를 대상으로 시속 30Km와 시속45Km로 나누어 행하였다. 그 결과로 시속 30Km로 측정시 515점을, 시속 45Km로 측정시는 422점의 관측결과를 얻었다.

기준국은 서울대학교 구내에 있는 처녀봉의 4등 삼각점에 설치하여 오차보정 기준으로 활용하였다.

2.2 오차량 분석

측정된 DGPS결과를 기준 수치도로지도의 도로선형으로부터 4-8 m의 범위(그림 3.5)를 설정하여 각각의 영역과의 합치정도를 분석, 해당 오차영역으로 부터 벗어난 점의 개수를 계산하였으며, 1:5,000 수치도로지도의 도로선형을 기준으로 아울러 같은 방법으로 분석을 행하였다. 표 1, 2 는 그 중에서 DGPS기법을 적용할 때의 오차발생정도를 분석한 결과이다.

표 1. 기준 수치도로선형과DGPS결과의비교

오차폭(m)	30km/h(총 515점)	45km/h(총 422점)
4	456(88.6%)	311(73.7%)
5	28(5.4%)	64(15.2%)
6	14(2.7%)	36(8.5%)
7	9(1.7%)	9(2.1%)
8	8(1.6%)	2(0.5%)

표 2. 1:5,000 수치도로선형과 DGPS결과의 비교

오차폭(m)	30km/h(총 515점)	45km/h(총 422점)
4	275(53.3%)	181(42.9%)
5	110(21.4%)	108(25.6%)
6	69(13.4%)	68(16.1%)
7	39(7.6%)	44(10.4%)
8	22(4.3%)	21(5%)

표1,2 에서 보여지듯이 DGPS기법을 적용할 경우는 기준 수치도로선형으로 부터 7m 범위 안에는 약 98%의 위치 데이터가 포함됨을 볼 수 있고, 1:5,000 수치도로선형으로 부터는 8m 범위 안에 95%의 위치 데이터가 들어움을 알 수 있다.

3. DGPS기법을 이용한 위치정확도 검수공정

앞에서 언급한 바와 같이 DGPS 기법을 이용할 경우 도로선형 데이터를 신속하고 정확하게 구축함을 알 수 있었다. 즉, 그림 1 에서 보듯이 DGPS로 처리된 위치측정결과는 양방향 2차선 도로내에 거의 대부분이 포함됨을 알 수 있다. 이러한 기법을 역으로 이용하면 수치도로지도의 도로선형의 위치정확도 검수에 유용할 것으로 판단된다. 따라서 본 연구에서는 DGPS 기법을 이용한 위치정확도 검수공정에 대해서 제안하였다.

검수공정은 작업준비, 위치측정 및 보정, 오차분석의 3개의 범주로 나뉜다.(그림 2)

3.1 작업준비

1) 대상 도엽 및 도로선정

본 검수공정은 표본조사를 원칙으로 한다. 표본조사를 위해서는 먼저 검수대상도엽을 선정한 후, 해당 도엽내에서 검수 대상 도로링크를 선정한다. 이 때 검수대상 도로는

- 도엽전체에 균등하게 분포하도록 도엽을 4분면으로 나누었을 경우 각 분면당 한

도엽내 검수대상 도로의 총연장의 20%이상인 속하도록 선정한다.

- 검수는 노드와 노드를 연결하는 한개 이상의 링크단위에 대해서 도로에 대하여 행한다.

- 주선과 지선의 처리예상 도로, 고가 및 지하도로의 편집도로, 도곽지역에 도로 교차점 노드가 근접해 있는 도로 등 지도편집과정에서 의도적으로 왜곡을 가한

경우는 피하도록 한다.

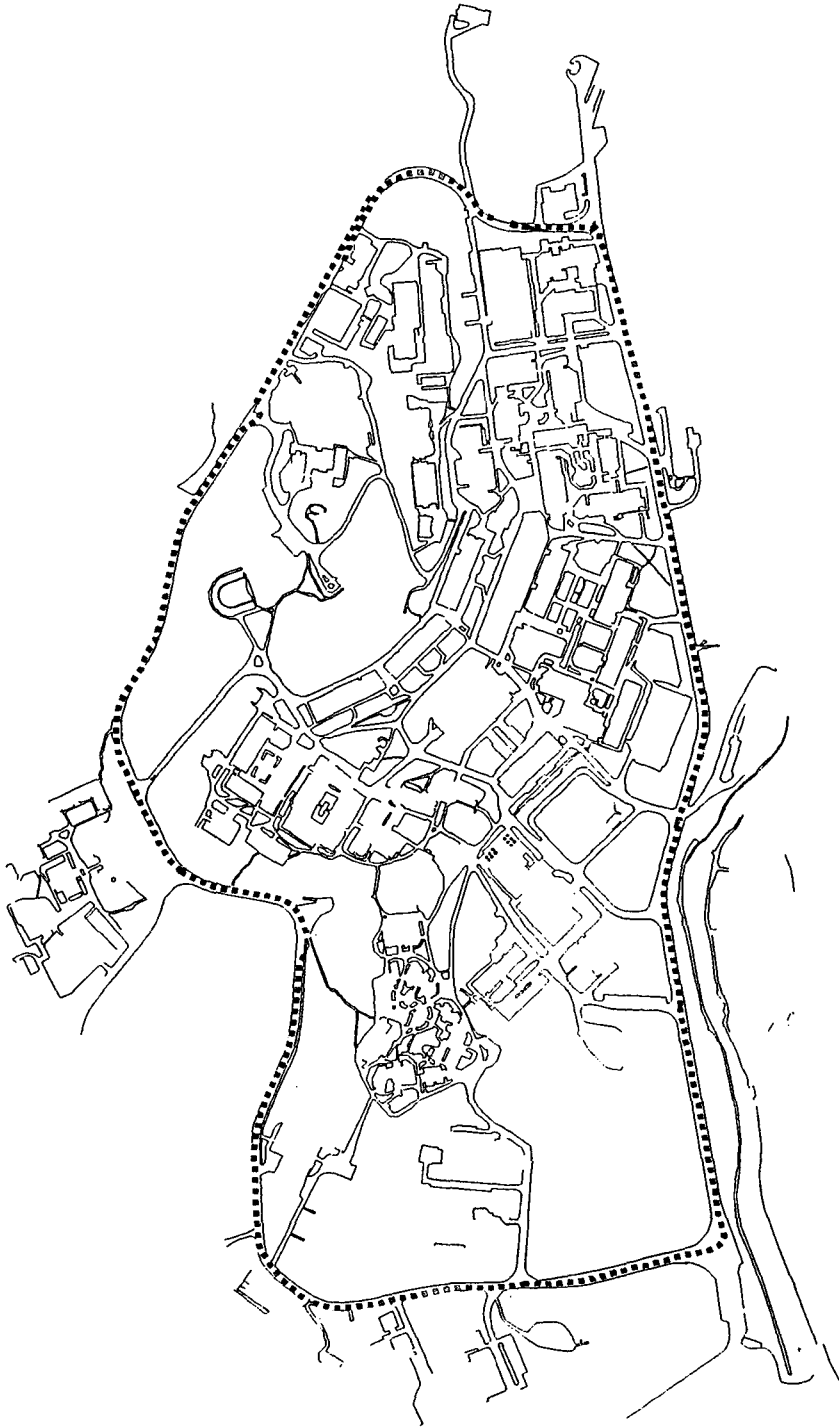


그림1. 기준도로지도와 DGPS결과 비교

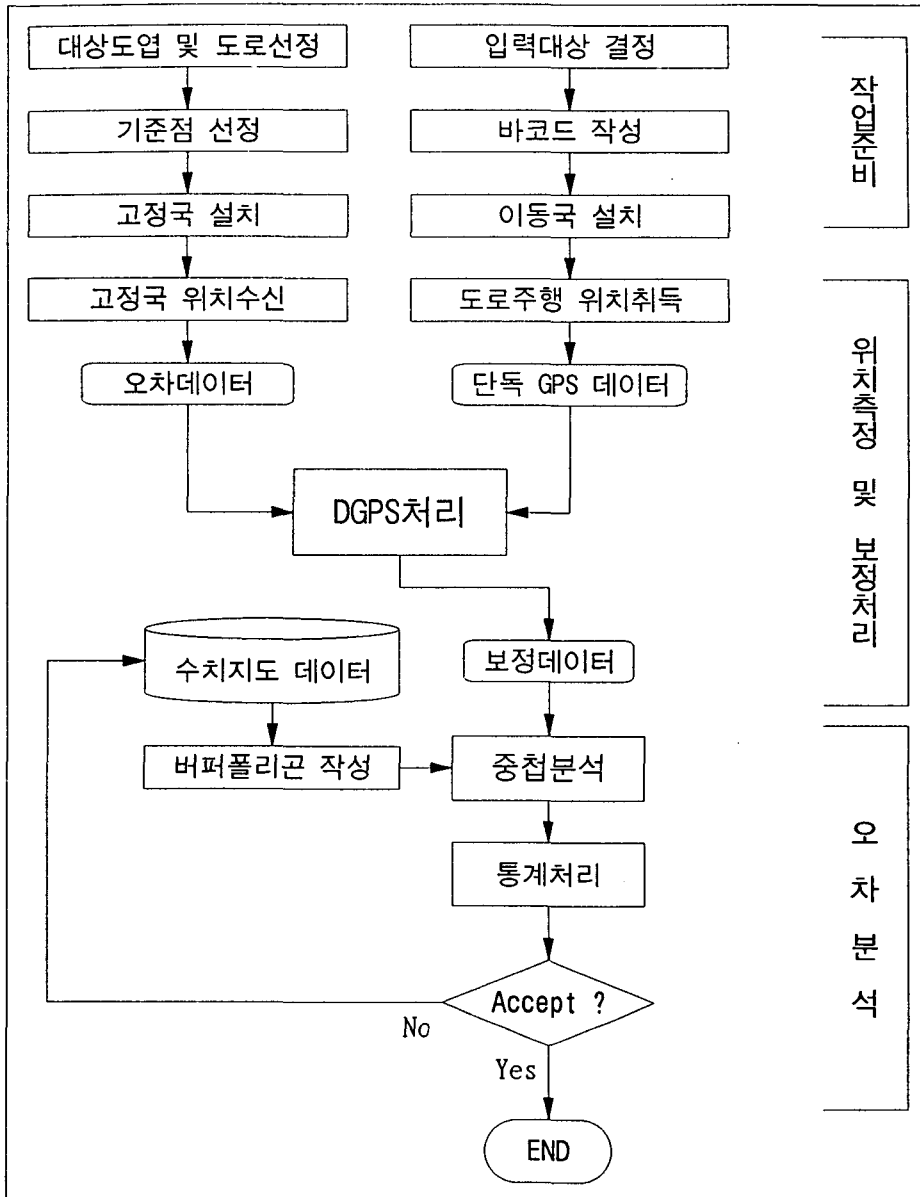


그림 2. DGPS를 이용한 위치정확도 검수공정

2) 기준점 선정

GPS 위치오차량을 산출하는 기준 고정국은 국가에서 설치 관리하고 있는 삼각점에 설치하는 것을 원칙으로 한다. 2차원 위치결정을 위해 설치된 삼각점은 가장 정밀도가 높은 1등점부터 정밀도가 가장 낮은 4등점까지 분류되며 4등점의 경우 수평위치의 평균제곱근 오차가 $\pm 5\text{cm}$ 정도로 항법용 수치지도의 검수를 위해서는 어느 등급의 점을 사용해도 무방하다. 고정국을 설치할 삼각점이 선정되면 해당 삼각점의 정확한 좌표를 알기 위해 국립지리원에서 발급해주는 점의조서를 참조한다.

3) 고정국 설치

선정된 삼각점에 측지용 수신기를 설치한다. 이 수신기에서는 기준국의 위치정보를 지속적으로 수집하며 이 자료는 최소 초단위의 오차벡터량을 산출할 수 있는 데이터로 활용된다.

4) 입력대상결정

도로선형을 취득하는 자동차상의 이동국 데이터 수집장치에서 취득할 데이터의 종류를 결정한다. 기본적으로는 line type의 도로선형을 취득하며, 필요에 따라서는 point, polygon type의 데이터와 함께 각종 속성도 아울러 입력할 수 있다.

5) 바코드 작성

결정된 입력대상을 차내에서 신속하게 입력할 수 있도록 바코드를 작성한다.

6) 이동국 설치

도로선형 등을 취득하는 이동국은 자동차 지붕에 부착하는 안테나, GPS 수신, 데이터 수집장치(data logger) 등으로 구성된다.

3.2 위치측정 및 보정처리

1) 위치측정

이동국과 고정국에서 동시에 위치측정을 행한다. 특히, 이동국에서 측정 시에는 반드시 고정국에서도 수신이 동시에 행해져야만 추후에 DGPS보정이 가능하다. 이동국의 이동속도가 너무 빠를 경우는 위치데이터 취득간격이 너무 벌어지므로 데이터 취득간격을 고려하여 운행속도를 조절한다.(예:

1초간격으로 데이터 취득시 36 km/h의 경우 데이터 취득간격은 1m)

2) 보정처리

위치측정 작업이 끝나면 이동국에서 취득된 데이터는 단독 GPS 위치취득 자료로 많은 오차를 포함하고 있다. 이 데이터를 고정국에서 취득된 데이터와 함께 처리하여 DGPS보정을 행한다. DGPS 보정을 행한 이동국의 데이터가 검수 기준 데이터가 된다.

3.3 오차분석

1) 검사대상 수치지도

선정된 검사대상 수치지도 도로링크를 링크별로 추출한다.

2) 버퍼링

검사대상 도로링크를 중심으로 버퍼 폴리곤을 형성한다. 즉, 정확도 기준에 따라 1:5,000은 7m, 1:25,000 축척은 35m의 버퍼 폴리곤을 작성한다.

3) 중첩분석

작성된 버퍼와 DGPS 보정처리된 데이터를 중첩(overlay)하여 버퍼폴리곤내에 포함되는 점을 추출한다.

4) 통계처리

추출된 버퍼 폴리곤 내부의 점수와 취득된 원래의 DGPS 보정결과 전체 점 수와의 비율을 산정한다. 이 경우 결정된 폴리곤 버퍼 폴리곤내에 들어온 점의 비율이 신뢰수준을 만족하면 정확도를 만족하는 것으로 한다.

4. 결 론

DGPS를 이용한 위치정확도 검수는 다음과 같은 장점을 지닌다.

- 1) GPS를 이용하여 위치정보를 취득하므로 대부분의 항법장치의 위치결정 센서로에서 채용될 것으로 예상되는 GPS를 실제 도로상에서 항법에 적용할 때 발생하는 문제를 위치정확도 검수시에 함께 검토해 볼 수 있다.
- 2) 자동차에 탑재하여 주행하면서 위치정보를 실시간으로 취득하므로 신속하고 저렴하게 수치지도의 위치정확도를 검수할 수 있다.
- 3) 검수과정에서 누락된 도로가 발생할 경우 현장에서 직접 도로선형 데이터의 취득이 가능하다.

- 4) 도로선형뿐만 아니라 각종 지형지물의 위치 및 속성도 아울러 검수가 가능하다.
- 5) 도로의 위치정확도 검수뿐만 아니라 도로의 각종 속성도 검수가 가능하다.
- 6) 위치데이터를 점사상뿐만 아니라, 이 점들을 연결한 선형사상에 대해서도 취득이 가능하므로, 일반적으로 점사상으로만 위치정확도를 평가함으로써 일어나는 선형사상에 대한 정확도 평가의 신뢰성 문제에 대처할 수 있는 한가지 대안이 될 수 있다.
- 7) 원천적으로 자료원이 잘못되어 오류가 발생한 경우도 검수가 가능하다.

이상에서 보듯이 DGPS를 이용한 위치정확도 검수는 넓은 지역의 도로 선형 정확도를 신속하고 정확하게 검수할 수 있는 한 가지 대안임을 알 수 있다.

한편 다음과 같은 문제점에 대해서 연구가 진행되어야 할 것이다.

- 1) 산악지역 및 고층건물군 지역의 경우 신호차단으로 인해 데이터 취득이 어려울 수있다.
- 2) 적절한 신뢰수준의 결정이 필요하다.
- 3) 비용 및 효율측면을 고려한 표본조사 도면 및 도로의 선정방법 및 표본 수 결정 문제에 대한 연구가 필요하다.