

이동차량에 탑재된 GPS의 동적 위치측정에 관한 연구 A Study on Kinematic Positioning by GPS Platformed on Moving Vehicle

최 병 길*
Choi, Byoung-Gil

要 旨

이동매핑시스템은 GPS 및 수치영상측정기술의 발달에 의하여 실시간으로 공간데이터를 신속하게 획득할 수 있는 시스템이다. GPS에 의한 동적 측위는 이러한 이동매핑시스템을 가능하게 한 핵심기술이라 할 수 있다. 본 연구에서는 이동 차량에 탑재된 GPS에 의한 동적 위치측정의 정확도 및 그 효율성을 분석하는데 그 목적이 있다. 이를 위하여 노선을 선정한 다음 이동차량에 GPS를 탑재하고 동적 GPS 측량을 실시하였다. 연구결과 차량에 탑재된 GPS에 의한 동적측위는 상당한 정밀도를 가지고 효율적으로 공간 위치를 실시간으로 측정할 수 있음을 알 수 있었다. 그러나 도심지 등에서의 신호단절 보완 및 정확한 위치측정을 위해서는 관성항법시스템이 결합되어야 할 것이다.

ABSTRACT

Mobile Mapping System can be defined as vehicle mapping system which collects rapidly spatial data by integrated GPS/digital imaging system. Kinematic positioning by GPS is essential technology of Mobile Mapping System. This paper aims at analysing the accuracy and efficiency of kinematic positioning by GPS platformed on moving vehicle. For the purpose, roads were surveyed by vehicle/kinematic GPS. The results show that vehicle/kinematic GPS can measure spatial position faster, and still maintain a reasonable accuracy. But inertial navigation system and GPS should be integrated to compute continuous vehicle track and overcome gaps by blocked satellite signals for the more accurate positioning.

1. 서 론

최근 전자기술 및 컴퓨터의 발달은 측량분야에 엄청난 변화를 가져왔다. 즉, 전자산업 및 마이크로프로세서의 발달은 인공위성을 이용한 3차원 위치측정, CCD 센서를 이용한 영상측정시스템과 같은 새로운 측량기술을 탄생시켰다.²⁾ 이동매핑시스템(Mobile Mapping System: MMS)은 이러한 전자기술 및 컴퓨터 기술의 발달에 의하여 가능해진 공간데이터 수집 시스템으로 GPS(Global Positioning System)/INS(Inertial Navigation System), CCD(Charge Coupled Device)와 같은 센서의 통합에 의하여 공간데이터를 차량이 정상적인 속도로 달리면서 정확하게 수집할 수 있는 시스템이다. 즉 GPS 기술과 수치영상측정방법이 통합되어 개발된 하나의 새로운 측량 기술로서 앞으로 GIS용 데이터를 신속하게 수집하는데

널리 이용될 것으로 예상되는 시스템이다.³⁾

오늘날 GIS의 급격한 발달은 공간데이터에 대한 끝이 없는 정확도와 현재성을 요구하게 되었으며, 이는 신속하고 정확하게 데이터를 자동으로 획득할 수 있는 새로운 방법을 생각하게 하였다. 많은 측지학자, 사진측량학자, 데이터베이스 전문가가 이러한 문제를 해결하기 위하여 연구를 계속하였으나 진행은 느렸으며 정부기관이나 공간정보에 관련된 회사들의 지도데이터에 대한 증가되는 욕구를 만족시키지 못하였다. 이들 시스템에서는 데이터 획득이 진행되는 동안에도 정보가 GIS 속으로 입력되어지는데, 이는 데이터를 빠르게 획득할 수 있는 기술이 없이는 불가능한 일이다.

데이터를 신속하고 정확하게 획득하는 문제를 성공적으로 풀기 위한 요체는 여러가지 매핑센서, 즉 GPS, 관성항법시스템, 비디오, 디지털 카메라 등을 완전하게 통합하는 일이 될 것이며 이를 실현한 시스템이 이동매핑 시스템이라 할 수 있다.

*인천대학교 토목공학과 부교수

특히 이동매핑시스템은 시설물관리, 도로대장관리, 응급관리시스템의 응용에 적합하며, 도시가 복잡하게 건설되어 있으나 그 자료가 부실하여 공간데이터를 새로이 수집할 필요가 있는 우리나라의 도시관리를 위한 시스템의 구축에 매우 유용하게 이용될 것으로 생각된다. 이동매핑시스템은 오디오, 비디오 등 여러가지 센서가 통합될 수 있으며, 앞으로 더욱 진보되고 정확한 센서가 개발되어 수집된 데이터를 시스템 내에서 직접 처리할 수 있게 되면 멀티미디어 GIS와 같은 다양한 형태의 응용에 활용될 수 있을 것이다.

GPS는 어떤 점의 위치를 실시간으로 제공해 주기 때문에 항공기, 자동차, 배와 같이 이동하는 물체의 위치를 정확하고 효과적으로 측정할 수 있다. 따라서 사진측량중인 항공기의 절대좌표값을 측정하거나, 자동차항법시스템 등의 응용분야에 유용하게 이용될 수 있으며 이동매핑시스템을 가능하게 한 핵심기술이라 할 수 있다.

본 연구는 이러한 이동매핑시스템의 핵심기술인 GPS에 의한 동적 위치측정방법을 연구하는데 그 목적이 있다.

2. 이동매핑시스템 및 GPS에 의한 동적 위치측정

2.1 이동매핑시스템

이동매핑시스템은 차량(센서)의 절대좌표를 GPS 수신기 및 INS 장치에 의하여 결정하고, CCD 센서 등에 의한 입체비전시스템에 의하여 대상물체의 상대좌표를 구하며, 비디오 카메라 등에 의하여 속성정보를 수치적으로 수집할 수 있는 시스템이다.

이동매핑시스템은 다양한 센서 및 측정시스템이 상호

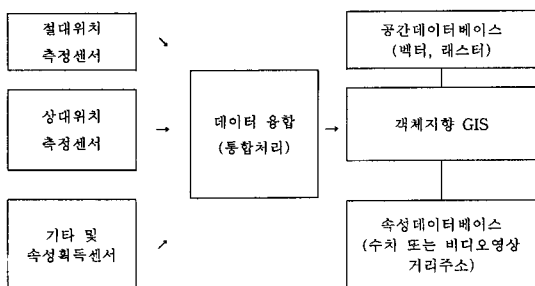


그림 1. 이동매핑시스템의 개념도

통합되어 공간데이터를 수집하는 일종의 이동 플랫폼(moving platform)이라고 할 수 있다. 이동매핑시스템은 그림 1과 같이 데이터 획득(data acquisition), 데이터 처리(data processing), 데이터베이스 관리(database management) 모듈로 크게 나눌 수 있다.⁶⁾

1) 데이터 획득

이동매핑시스템의 데이터 획득 및 분석 시스템의 설계는 요구되어지는 데이터의 정확도 및 응용분야에 따라 달라진다. 즉 데이터 획득 센서는 경우에 따라 다르게 선택되어진다. 노선의 위치나 거리의 주소는 GPS와 비디오 시스템이 장착된 밴(Van)에 의하여 획득되어질 수 있다. 이동매핑시스템에서는 어떤 환경조건에서 운영되어지며 어떤 종류의 외부통제가 지리좌표를 결정하는데 이용될 수 있는지를 아는 것이 중요하다.

이동매핑시스템은 토지와 관련된 정보를 수집해야 하므로 어느 순간에 매핑 차량의 절대위치를 결정할 수 있는 위치측정 센서가 필요하다. 여기서 차량이란 이동매핑시스템을 수송하는 차량을 말하며 이는 자동차 뿐 아니라 비행기, 배, 위성 등이 될 수도 있다. 이동차량의 절대위치를 측정할 수 있는 장비로는 GPS, 관성항법장치(Inertial Navigation Devices), DR 시스템(Dead-Reckoning Systems), 레디오항법시스템(Radio Navigation Systems) 등이 있다.

이동차량 주위의 물체에 대한 상대적인 정보를 획득하기 위한 센서에는 비디오, 수직카메라, 지반투시 레이더, 도로포장 스캐너 등 여러가지가 있으며 또한 음성기록장치도 탑재될 수 있다. 또한 레이저 레인지 파인더(Raser Range Finder)는 정확한 거리를 측정해 낼 수 있다. 일반적으로 이러한 장비들은 속성정보를 생성해 내는데, 이들은 관계형 데이터베이스로 저장되고 이동차량의 위치에 대하여 상대적인 3차원의 좌표값을 갖는다.

2) 자료 처리

이동매핑시스템에서 수집된 데이터는 이해하기 쉽고, 멀티미디어에 적합한 즉, 속성, 영상, 그밖의 여러 측정 데이터를 공간위치로 조합한 데이터베이스로 만들기 위하여는 통합되어야 한다.

어떤 센서는 다른 센서로부터 추출된 정보에 종속적이기 때문에 데이터처리의 계통을 정의하는 것은 매우 중요하다. 일반적으로 절대좌표는 상대적인 관측이 이루어지기 전에 이용될 수 있어야 한다. 그러나 어떤 종류의 데이터는 조합된 분석에 의하여 평가되어진다. 즉 GPS

와 관성 측정은 차량의 위치를 통합적으로 계속해서 계산함으로써 위성의 신호가 차단되어지는 순간을 극복한다. 데이터의 처리는 이동차량 내에서 이루어지는 것이 가장 이상적이나 현실적으로는 탑재된 컴퓨터의 능력이나 기준정보(reference information)의 부족 때문에, 수치영상으로부터의 형상추출과 같은 작업은 실험실에서의 사후처리로 이루어진다. 이동매핑시스템에서 수집된 데이터는 사전처리의 여부에 관계없이 데이터베이스에 남아 있게 된다.

3) 저장 및 데이터 관리

이동매핑시스템에서 수집된 모든 데이터는 지리적인 좌표값을 가지고 있기 때문에 GIS는 이들을 저장하기 위한 좋은 틀이다. 그러나 이동매핑시스템에서는 다양한 센서에 의하여 데이터가 수집되어지기 때문에 여러가지 데이터 타입, 파일 포맷, 저장매체, 출력장치를 지원할 수 있는 멀티미디어 GIS가 이용되어야 한다. 현재 대부분의 상업용 GIS는 제한적인 데이터 통합 및 멀티미디어 기능을 제공할 뿐이다.

이동매핑시스템에서 데이터의 획득 및 저장은 통합 운영되기 때문에 데이터베이스 소프트웨어는 연속적인 정보흐름을 통합할 수 있어야 한다. 객체 지향 데이터베이스(object oriented database)는 이러한 입력형태에 적합한 데이터 관리 시스템이라 할 수 있다. 이동매핑시스템에서 GPS가 절대위치를 측정하는데 가장 적합하다고 할 수 있다. 동적GPS의 경우 신호가 차단될 수 있으나 2주 파수를 수신하는 P코드 수신기는 이러한 문제를 해결해주며 잠시동안 신호가 차단된다 하더라도 수 cm의 정확도를 제공한다.^{4,5)}

2.2 이동차량의 절대위치측정

이동차량의 절대위치를 측정하는 센서에는 2가지 형태가 있다. 그 하나는 GPS 위성이나 Loran-C 레디오항법시스템과 같은 외부신호에 의존하는 방법이며 다른 하나는 내부관측에 의하여 플랫폼의 변화를 측정하는 방법이다. 절대위치를 결정하는 이상적인 방법은 두가지 타입의 센서를 조합하는 것이다.

Loran-C와 같은 레디오항법시스템은 정확도가 떨어지기 때문에 이동매핑시스템에 적합하지 않으나 GPS와 혼합하여 이용될 수 있다. 많은 경우에 위성의 신호는 상당한 시간동안 차단되는 경우가 있는데 관성위치 측정기는 외부의 신호없이 절대위치를 결정할 수 있다. 따라

서GPS와 INS를 조합할 경우 이동하는 차량의 절대위치는 안전하고 정확하게 결정될 것이다.⁹⁾

만약 온라인 시스템이 요구되어지지 않거나 바랄 수 없다면 측정된 데이터는 이동차량이나 데이터 센터에 저장되어질 수 있다. 이동하는 차량에서 측정된 데이터를 온라인 처리하는 일은 컴퓨터 능력의 한계 때문에 극히 제한적이므로 대부분의 응용분야에서 사후처리가 필요하다.

2.3 GPS에 의한 실시간 동적위치측정

GPS에 의한 측위 방법 및 이용분야는 다양하다. GPS에 의한 위치측정은 크게 정적 측위(static positioning)와 동적 측위(kinematic positioning)로 나눌 수 있다. 정적 측위는 관측지점이 이동하지 않음을 말하며 동적측위는 관측지점이 측량중에도 이동함을 뜻한다. 과거 측량방법의 경우 이러한 동적 측위가 불가능 하였으나 GPS가 동적측위를 가능케 함으로써 측위를 실시간으로 할 수 있도록 하였으며 많은 데이터를 빠른 시간 안에 측정할 수 있도록 하였다. 즉 자동차와 비행기에 GPS를 탑재하고 정상적인 속도로 달리면서 빠른 속도로 위치의 측정을 가능하게 하였다. 이동매핑시스템은 이러한 GPS의 등장으로 가능해진 측량시스템이라 할 수 있다.

동적 GPS에 의한 위치측정은 많은 효율성을 가지고 있으나 정확도를 확보하기 위해서는 여러 방법이 강구되어야 한다. 정적측위의 경우, 한 지점에서 신호를 장시간에 걸쳐 수신할 수 있기 때문에 정확도가 좋지만 동적측위의 경우 한 지점에서 신호를 순간적으로 수신하기 때문에 정확도가 상당히 떨어진다. 또한 GPS를 운영하는 미국방성에서 고의로 정확도를 제한하는 SA(Selective Availability)나 좌표계의 상이성등에 의하여 정확도가 떨어진다. 이러한 문제를 해결하기 위한 방법으로 고안된 것이 DGPS(Differential GPS)이다.

DGPS는 근본적으로 SA를 제거하기 위하여 고안된 측위방법으로 민간에서 위치를 실시간으로 정확하게 측정할 수 있도록 한 방법이다. DGPS는 두 대 또는 그 이상의 GPS 수신기를 사용하여 동시에 관측하는 방법으로 그 중 한 대의 수신기는 반드시 기지점에 세우고 관측한다. 이 때 기지점에 세운 GPS를 기준국이라고 하는데 기준국에서 기지값을 이용 SA와 같은 GPS 오차의 보정성분을 구할 수 있다. 새로 관측할 측점에 세운 GPS를 이동국이라 하는데 기지국과 동시에 GPS신호를 수신하

였기 때문에 위치측정에서 발생하는 오차는 기지국에서의 그것과 동일하다고 생각할 수 있으므로 기지국에서 구한 오차를 보정하여 이동국의 정확도를 높일 수 있다. DGPS는 이동매핑시스템에 적합한 측위방식이라 할 수 있으며 본 연구에서도 이러한 측위방식이 시험되고 분석되었다.

GPS 사용자가 요구하는 정확도는 각각의 응용분야에 따라 수백미터에서 수미터까지 매우 다양하다고 할 수 있다. 일반적으로 실시간으로 미터수준의 정확도를 얻는다면 많은 응용분야에서 만족될 것으로 생각된다. DGPS에서 C/A 코드를 이용할 경우 3~5 m 수준의 정확도가 보통 얻어질 수 있으며 성능이 좋은 수신기를 이용할 경우 미터이하 수준의 정확도도 얻을 수 있다. 반송파를 이용할 경우 20 km 범위내에서 10 cm이하 수준의 정확도를 실시간으로 얻을 수 있는 것으로 알려져 있다.⁸⁾

측위방법은 데이터의 처리방법에 따라 실시간 거리방식과 후처리방식으로 나눌 수 있는데 엄밀한 의미로 실시간 처리방식은 위치측정결과가 현장에서 직접 이용될 수 있는 것을 말하며 후처리방식은 데이터를 수신하여 사후에 처리하는 방식을 말한다. 완벽한 실시간 측정은 실시간 관측 및 처리를 말하나 실시간 관측이 이루어졌을 경우 실시간 측위가 이루어졌다고 할 수 있겠다. 본 연구에서는 관측된 데이터를 저장하였다가 실내에 들어와 후처리한 것이며 이 경우 정확도는 좀더 향상될 수도 있다.

2.4 GPS의 오차 모델링

이동매핑시스템에서 GPS로 측정된 위치의 절대오차는 다음과 같이 두가지 요소로 구성된다고 볼 수 있다.¹⁾

$$e = e_{\text{BaseS}} + e_{\text{GPS}}$$

여기서 e_{BaseS} 는 기준점(Base Station)의 위치 정확도를 나타내는 오차이며, e_{GPS} 는 DGPS의 오차를 나타낸다.

이동매핑시스템에서 응용환경의 변화는 오차의 범위를 일반화시키는 것을 어렵게 하며 대부분의 성분은 현장 종속적이다.

e_{BaseS} 는 기준점으로 사용되어지는 측지점의 정확도와 관련이 되어지는데 일반적으로 이는 매우 좋기 때문에 무시되어질 수 있다. 만약 GPS의 신호가 현장측량 도중 간섭을 받지 않는다면 GPS 수신기, 기선길이에 따른 정

확도를 예측하는 일은 쉽다. 기선의 길이가 20-30 Km 보다 작고 2주파수 수신기를 사용할 경우 cm 수준의 정확도는 쉽게 얻을 수 있으므로 e_{GPS} 는 이상적인 환경에서는 매우 작다. 그러나 실제로 GPS 위성의 신호는 자주 차단되어지기 때문에 DR 또는 INS 시스템이 GPS가 측정하지 못한 점을 보간해 주어야 한다.

본 연구에서는 GPS와 DR 또는 INS을 조합한 시험은 이루어지지 않았으며 GPS의 동적 위치측정 정확도만 분석되었다.

3. GPS에 의한 노선 측정 결과 및 분석

3.1 시험노선 및 관측장비

본 연구의 시험대상으로 2개의 노선을 선정하였으며 기점은 부천시 송내역광장으로 동일하다. A노선의 종점은 거모동매표소(서해안고속도로)이며 그 길이는 49.5 km 이고 B노선의 종점은 행주대교이며 그 길이는 17.2 km 이다. A노선은 한 대의 이동차량에 의하여 관측이 이루어졌으며 B노선은 두 대의 차량에 의하여 관측이 이루어졌다.

본 연구에 사용된 GPS장비는 트림블(Trimble)사의 것으로 그 제원은 표 1과 같다.

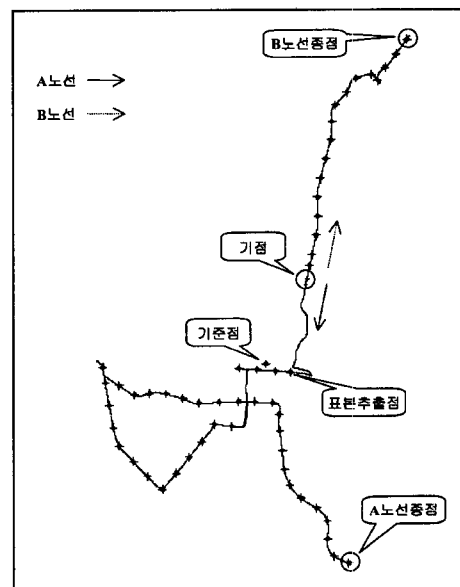


그림 2. 시험대상노선

표 1. 관측에 이용된 GPS장비의 제원

	GPS 센서	안테나	운영 S/W
기준국	Pathfinder cbs L1 C/A Code 단주파 수신기	L1 compact dome antenna with ground-plane	Pathfinder cbs 1.11
이동국	Pathfinder Pro XL(With Trimble TDC1) L1 C/A Code 단주파 수신기	L1 compact dome antenna	Aspen 1.11
후처리 S/W	Pathfinder 1.11		

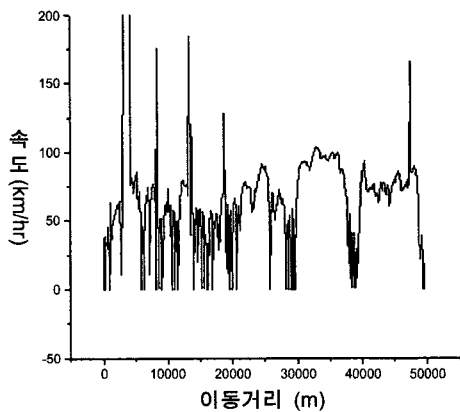


그림 3. 이동국차량의 속도

3.2 관측방법

근처 두점의 삼각점(안양 401, 안양 21)을 이용하여 인천 만수동에 기준점(X=176006.342, Y=438853.975(서부도원점기준))를 측설하고 이를 GPS 동적측량의 기준국으로 정한 다음 DGPS측위방법에 의하여 노선의 위치를 관측하였다. 관측시간간격은 1초로 설정하였으며 차량의 평균속도는 35.498 km/hr였다.

기준국에는 Pathfinder cbs 수신기와 Pathfinder cbs 1.11 운용소프트웨어를, 이동국에는 Pathfinder Pro XL(With Trimble TDC1) 수신기와 Aspen 1.11의 운용소프트웨어를 설치하고 위성의 최소 수신고도와 데이터 취득간격을 동일하게 하여 동적측정을 실시하였다.

2개의 시험대상노선을 따라 각각 이동하여 취득된 이동국들의 좌표는 C/A 코드에 의해서 해석되었으며 지역 타원체(Bessel)로 변환하고 TM투영하여 평면직각좌표로 변환하였다.

3.3 결과 및 고찰

GPS 동적측량의 정확도를 검증하기 위한 비교대상자료로는 국가수치지도(1:5,000)에서 추출한 노선좌표를 이

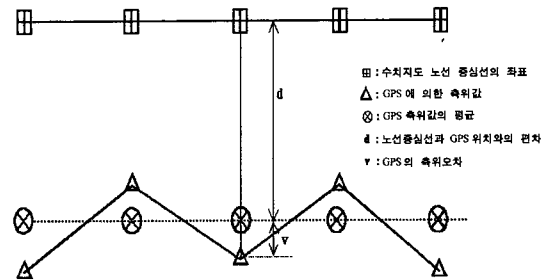


그림 4. GPS의 측위오차모델

용하였다. A노선의 경우, 거의 모든 구간이 편도4차선으로 차량이 일정하게 운행되었으나 B노선의 경우 차량의 운행차선이 자주 바뀌었다. 따라서 A노선의 경우 차량중앙선을 기준으로 GPS 측위오차를 분석하였으며 B노선의 경우 2대차량의 측위값을 비교하여 GPS의 측위오차를 분석하였다.

A노선의 경우, 국가수치지도에서 추출된 노선의 좌표를 정확한 값이라 가정하고 GPS에 의하여 측정된 좌표와의 거리를 구하여 그 정확도를 분석하였다. 즉, 노선의 중심선과 GPS에 의하여 측정된 좌표와의 수직거리를 구함으로써 GPS의 측위오차를 구하였다. 이때 GPS를 탑재한 차량은 노선의 중앙선을 운행할 수 없으므로 노선의 중앙과 GPS의 측위값에는 처음부터 GPS의 측위오차는 무관한 거리가 발생한다. 따라서 이러한 거리를 구하여 제거하여야만 GPS의 순수한 측위오차를 구할 수 있다.

본 시험에서는 방향성에 대한 오차는 없다고 보고 노선중앙선과 GPS 측위값과의 수직거리의 평균을 노선중앙선과 GPS위치와의 순수한 거리차로 가정하였다. 그리고 GPS 측위값과 평균값과의 거리차를 GPS의 측위오차로 간주하였다. 이 경우 이동국이 노선 중심선을 따라 이동한 경우와 동일하게 생각될 수 있으며 2.4절에서의 e_{BaseS} 오차를 제거한 효과를 가져온다(그림 4).

표 2. GPS의 측위오차(A노선)

표본추출점 번호	수치지도 노선중심선의 좌표		GPS에 의한 측위값		노선중심선과 GPS 측 위값과의 거리차(m)	GPS의 측위오차 (m)
	X(m)	Y(m)	X(m)	Y(m)		
1	177321.648	438413.553	177320.417	438405.651	7.997	-6.895
2	176496.694	438485.519	176495.977	438476.250	9.297	-5.595
3	175539.021	438557.798	175537.643	438540.355	17.497	2.605
4	174561.561	438629.946	174560.164	438610.081	19.914	5.022
5	174173.617	435620.988	174172.782	435610.077	10.943	-3.949
6	173220.564	435721.429	173219.362	435709.594	11.896	-2.996
7	172578.303	434836.548	172572.450	434841.606	7.736	-7.156
8	171885.488	434033.744	171887.938	434031.856	3.093	-11.799
9	171202.282	433198.782	171205.237	433196.131	3.970	-10.922
10	170452.871	432370.867	170459.886	432364.597	9.409	-5.483
11	169655.207	433039.885	169646.904	433032.126	11.364	-3.528
12	168914.261	433822.557	168903.494	433812.132	14.987	0.095
13	168152.455	434661.227	168147.098	434658.113	6.196	-8.696
14	167838.908	435588.035	167836.311	435587.420	2.669	-12.223
15	167618.435	436760.250	167603.943	436758.125	14.647	-0.245
16	167430.830	437915.582	167416.527	437913.065	14.523	-0.369
17	167294.025	438753.478	167281.837	438753.005	12.197	-2.695
18	168156.343	437783.126	168145.107	437766.775	19.839	4.947
19	168974.472	437274.955	168966.998	437254.198	22.062	7.170
20	169768.426	437357.084	169774.187	437335.742	22.106	7.214
21	170641.276	437329.130	170634.227	437298.877	31.063	16.171
22	171548.971	437071.154	171541.339	437053.450	19.279	4.387
23	172416.913	436826.435	172417.153	436811.283	15.154	0.262
24	173497.724	436860.791	173498.335	436842.525	18.276	3.384
25	174539.087	436860.791	174539.463	436872.120	11.335	-3.557
26	175396.266	436879.566	175395.035	436847.875	31.715	16.823
27	176361.434	436805.093	176359.340	436775.340	29.827	14.935
28	176718.794	436223.287	176703.471	436225.472	15.478	0.586
29	176748.026	435347.710	176737.760	435346.251	10.369	-4.523
30	176871.355	434361.426	176859.705	434360.167	11.718	-3.174
31	176985.575	433343.818	176976.768	433342.768	8.869	-6.023
32	177277.137	432543.133	177262.982	432534.007	16.842	1.950
33	177887.361	431865.965	177874.293	431848.982	21.429	6.537
34	178705.750	431333.475	178696.644	431318.813	17.260	2.368
35	179266.082	430665.583	179250.629	430661.612	15.955	1.063
36	179284.609	429714.831	179277.554	429715.057	7.059	-7.833
37	179631.077	428828.614	179622.254	428813.614	17.402	2.510
38	180394.824	428463.609	180384.512	428441.364	24.519	9.627

GPS의 측위오차를 구하기 위하여 노선을 따라 약 1 km 간격으로 GPS 측위점의 표본을 추출하였다. 표 2 는 이상과 같이 설명한 방법에 의하여 각각의 표본점에 서의 GPS의 측위오차를 구한 것이며 그림 5는 이를 그

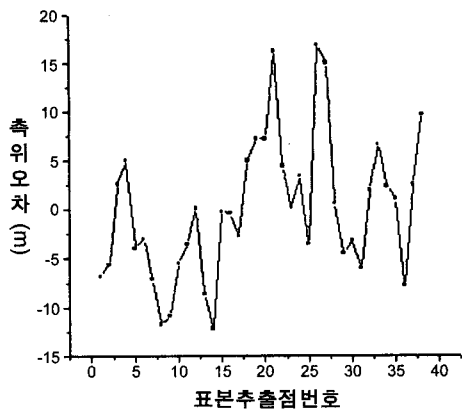


그림 5. GPS의 측위오차

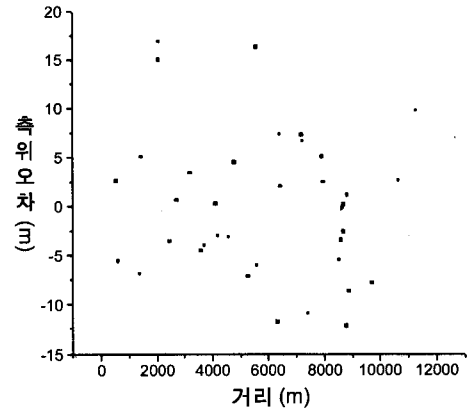


그림 6. 기준국과 이동국의 거리에 따른 측위오차

래프로 나타낸 것이다. 그림 6은 기준국으로부터 측정과의 직선거리에 따른 GPS의 측위오차를 나타낸다.

그림 5와 그림 6에서 GPS의 동적측량에서 거리와 오차와의 상관관계는 매우 작음을 확인할 수 있으며 이는 GPS에 의한 측위가 갖는 장점이라 할 수 있다.

표 2에서 노선중심선과 GPS와의 편차의 평균은 14.892m였으며 GPS 측위오차의 표준편차는 ± 7.241 였다. 최대측위오차는 16.823m이고 최소측위오차는

0.095m이었다. 여기서 돌출적인 점이라고 생각할 수 있는 21, 26, 27번점(신뢰구간 90%을 벗어난 점)을 제거하고 계산할 경우 측위오차의 표준편차는 ± 5.872 m였다. 이러한 결과는 국가수치지도 좌표를 정확한 값이라고 가정할 결과이므로 GPS 측위의 오차뿐만 아니라 국가수치지도의 오차가 포함되었다고 볼 수 있다.

표 3과 그림 7은 B노선의 2대차량에 탑재된 GPS 측위값의 편차를 나타낸 것이다.

표 3. GPS의 측위오차(B노선)

표본추출점 번호	1번차량		2번차량		두 차량의 측위 편차(m)
	X(m)	Y(m)	X(m)	Y(m)	
1	178368.449	443943.406	178366.902	443943.714	1.577
2	178496.421	444528.465	178494.986	444528.779	1.469
3	178710.986	445511.305	178712.225	445511.047	1.266
4	178803.609	446495.135	178803.409	446495.122	0.200
5	178794.004	447499.317	178790.039	447499.434	3.967
6	178954.269	448456.059	178956.411	448455.437	2.230
7	179236.681	449452.310	179236.551	449452.348	0.135
8	179508.486	450426.735	179505.756	450427.732	2.906
9	179566.998	451381.409	179566.322	451381.395	0.676
10	179762.099	452246.329	179761.924	452246.495	0.241
11	180363.065	452901.142	180364.341	452900.542	-1.410
12	180868.987	453609.522	180867.970	453612.469	3.118
13	181693.957	453801.516	181695.415	453803.431	2.407
14	182008.927	453486.186	182009.604	453486.283	-0.684
15	182409.973	454161.009	182409.385	454161.775	0.966
16	182992.643	454851.099	182989.843	454853.170	3.483
17	183563.831	455620.495	183562.038	455621.861	2.254

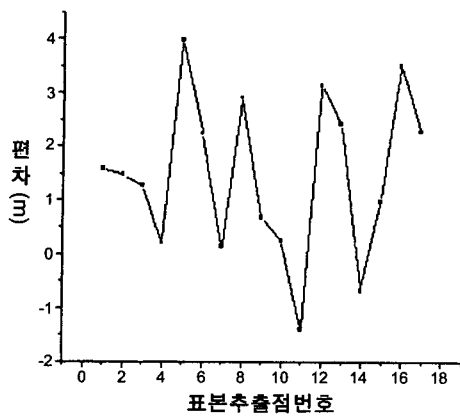


그림 7. 두차량의 측위편차

표 3에서 1번차량과 2번차량의 편차의 평균은 1.459 m였으며 표준편차는 ± 2.123 m였다.

이러한 수치는 GPS 자체의 순수한 측위오차에 두차량의 운행상에 따른 오차가 포함된 것으로 이를 감안할 때 매우 좋은 결과라 할 수 있다.

국립지리원 규정에 의하면 1:25,000 수치지도의 경우 평면위치의 허용 표준편차는 5m, 최대오차는 10m이며 1:5,000 수치지도의 경우 허용 표준편차는 1m, 최대오차 2m이다. 본 연구에서의 시험결과만을 가지고 동적 GPS의 정확도를 정확히 판단한다는 것은 불가능하나 동적 GPS에 의하여 공간위치를 상당한 정확도로 측정할 수 있음을 나타낸다. 만약 2주파수 측량을 하였을 경우 정확도는 상당히 향상될 것이며, 현재 민간이 자유롭게 이용할 수 없지만 P코드가 개방될 경우 GPS에 의하여 매우 정밀한 위치 좌표가 신속하게 획득될 수 있을 것이다.

이동국이 시험대상지역의 데이터를 수집하는 동안 가장 불규칙한 경향을 보인 지점은 노선의 기점부근인데 이는 이동경로 주위의 건물에 의한 신호단절에 의하여 최소위성수(4개)를 일시적으로 만족시키지 못한 것이 가장 유력한 원인으로 생각되며 다중경로에 의한 것도 예상할 수 있다. 또한 GPS의 신호를 수신하지 못하는 부분도 있었다. 따라서 이러한 신호의 끊김 현상을 보완하고 동적 GPS의 측위 정확도를 높이기 위하여는 관성항법장치가 결합되어야만 할 것이다.

4. 결 론

이동매핑시스템은 GPS 및 수치영상측정기술의 결합에

의하여 신속하고 현재성 있는 공간데이터를 획득할 수 있는 시스템이다. 위치를 실시간으로 측정할 수 있는 GPS는 이러한 이동매핑시스템을 가능하게 한 핵심기술이라 할 수 있다.

본 연구에서는 DGPS에 의하여 차량에 탑재된 GPS의 동적위치측정결과를 분석한 결과 상당한 정도의 정밀도를 얻을 수 있었으며 거리에 영향을 받지 않음을 알 수 있었다. 이는 GPS 및 이동차량을 이용할 경우 신설노선의 위치측정과 같은 공간 위치를 매우 신속하게 측정할 수 있음을 보여 준다. 그러나 주위의 건물에 의하여 방해받을 경우, 수신기의 상태가 매우 불량하고 측정이 불가능한 경우도 있었다. 따라서 관성항법장치와 결합하여 측정의 끊김 현상을 보완하고 정확도를 향상시킬 필요가 있다.

앞으로 GPS의 상측 관측소가 완성되고 수치영상처리 기술이 발달되면 GPS 및 이동매핑시스템에 의한 공간데이터의 획득은 실시간으로 공간정보를 신속하게 획득하는데 널리 이용될 수 있을 것으로 생각된다.

감사의 글

본 연구는 한국과학재단의 도움으로 이루어졌으며 이에 감사드립니다. 또한 본 연구를 위하여 자료를 제공하여 주신 쌍용정보통신 관계자 여러분에게 진심으로 감사드립니다.

참고문헌

1. Bossler, J.D. & Toth, C., 1995, "Accuracies Obtained By the GPSVan™", Pro., GIS/LIS '95, Vol. 1, pp. 70-77.
2. Kennie, T.J.M. & Petrie, G., 1990, "Engineering Surveying Technology", John Wiley & Sons.
3. Li, R., Schwarz, K.P., Chapman, M.H. & Gravel, M., 1994, "Intergrate GPS and Related Technologies for Rapid Data Acquisition", GIS World, Vol. 7, No. 4, pp. 41-43.
4. Mallett, A. & Dedes, G., 1995, "Real-time On-The-Fly Ambiguity Resolution for cm-Level GPS Positioning", Proc. Mobile Mapping Symposium, OSU, pp. 115-122.
5. Mizuno, M. & Tsuji, H., 1995, "A Study on the Possibility of a Highly-accurate Navigation System Using Only GPS", Proceedings of the Second World Congress on Intelligent Transport Systems, '95

- Yokohama, Vol. II, pp. 553-556.
6. Novak, K., 1995, "Mobile Mapping Technology for GIS Data Collection", Photogrammetric Engineering of Remote Sensing, Vol. 61, No. 5, pp. 493-501.
 7. Novak, K., 1998, "Statement of Qualifications for Mobile Mapping Services", TRANSMAP Corporation.
 8. Hofmann-Wellenhof, B., Lichtenegger, H. & Collins, J., 1997, "Global Positioning System-Theory and Practice", Springer.
 9. Wei, M. & Schwarz, K.P., 1989, "A Discussion of Models for GPS/INS Inegration", Global Positioning System : An Overview, International Association of Geodesy Symposia, No. 102.