

人工衛星測量에 의한 自動車 自動位置決定에 관한 實驗的 軟球 Experimental Study on Automatic Car-Navigation by Satellite Positioning System

康仁準* · 鄭載衡** · 張容久***

Kang, In-Joon*, Chung, Jae-Hyoung** and Chang, Yong-Ku***

要 旨

위치결정은 삼각측량, 다각측량, 천문측량으로 결정하지만, 측점이 이동하는 경우는 종래의 측량방법으로는 불가능하다. 인공위성측량은 이러한 문제점을 해결하여 자동차에서 위치를 확인하는 것이 가능하다. 자동차 위치결정의 이론적 방법은 인공위성위치결정시스템을 사용할 수 있으며, 위성측량시스템 중 공학적으로 가장 활용범위가 넓고 이용이 편리한 것은 1980년대 완성된 미국의 GPS로서 궤도고도 20,000 Km 상공에 6개의 궤도면에 4개씩 총 24개의 위성을 배치하여 전세계 어디에서도 수초안에 위치를 측량하는 시스템이다. 이 시스템은 항공기나 선박 등의 항법유도에 이용되고 있다. 따라서 본 연구에서는 GPS를 이용한 인공위성측량방법으로 자동차위치결정을 실용화시키고자 하는 실험적 연구이다. 연구방법에는 1점측위와 상대측위를 비교하였다.

ABSTRACT

Position fixing is determined by triangulation, traverse surveying and astronomy surveying. However, when the station like a car move, it is impossible to determine the location of car.

Satellite position fixing system can be used anywhere on earth arranged in 20,000 Km high with 24 satellites. The theoretical method of the fixing car position is possible to use satellite position fixing system. This paper is the part of the experiment which is done for the development of the system used in Car-position fixing system. Also, this study is the comparison of one point positioning system and relative positioning system.

1. 서 론

지표면상에 위치한 점간의 위치결정에 있어서 고정점의 경우는 삼각측량, 다각측량, 천문측량 등으로 실시하게 된다.^{1,2)} 이 때 측점이 이동하는 경우 종래의 측량방법으로는 불가능하다. 인공위성측량(satellite positioning system)은 이러한 문제점을 해결하여 자동차에서 위치를 확인하는 것이 가능하다. 위성측량의 개발은 1950년대이었으나 군사적인 목적이 강하고 정도가 높지 않아 실용에 이용되지 않았기 때문에 일반에 알려지지 않았다.³⁾ 그러나 지속적인 연구와

기술의 발달로 최근에는 그 정도가 높아지고, 수신기를 간단하게 조작할 수 있게 되어 그 이용이 늘어나고 있다. 현재 미국이나 일본 등에서는 위성측량시스템인 GPS(Global Positioning System)을 이용하여 군사목적이나 상업용에 널리 이용하고 있으며 정도가 높은 것을 이용하여 측지, 측량부분응용에 관한 연구도 많이 되고 있다. 실제로 미국에서는 포탄의 경로추적과 적중률에 관한 연구를 GPS를 이용하여 실시하였으며, 원격조정운반체(remote operate vehicle)를 이용한 해저지도 작성의 예가 있었다.⁴⁾ 일본의 경우 1986년 고도 1,495 Km에 측지위성 아지사이(Ajisai)를 궤도에 올렸다.³⁾ 유럽의 경우도 각국에서 독자적인 연구를 수행하고 있다.^{5,6)} 국내에서는 기선측량에서의 장기선(長基線)측정과 GPS측량의 정

*釜山大學校 土木工學科 副教授
**釜山大學校 大學院 土木工學科(碩士課程)
***釜山大學校 大學院 土木工學科(碩士課程)

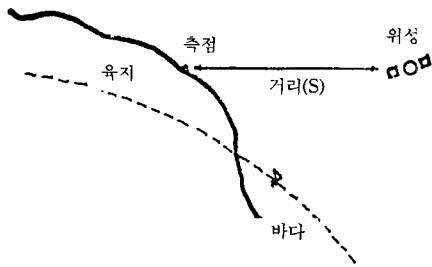


그림 1. 인공위성을 이용한 거리측량

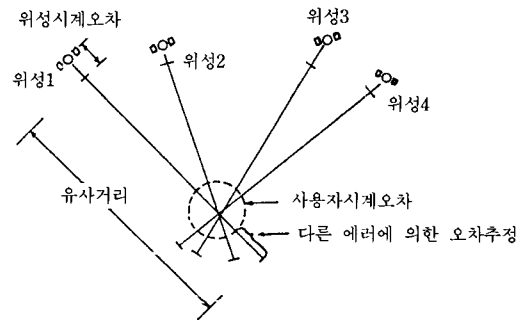


그림 2. GPS에서의 위치결정

도에 관한 연구가 있었으며, 해양오염 물질의 확산검정에 있어서 인공위성측량을 이용한 연구가 있었다.^{7,8)}

위성 측량시스템 중 공학적으로 가장 활용범위가 넓고 이용이 편리한 것은 1980년대 완성된 미국의 GPS (Global Positioning System)이다. 궤도고도 20,000 Km 상공에 6개의 궤도면에 4개씩 총 24개의 위성을 배치하여 전세계 어디에서도 수초안에 위치를 측량하는 시스템으로 항공기나 선박 등의 항법유도에 이용되고 있으며 그것의 이용방법이 연구되고 있다. 따라서 본 연구는 GPS를 이용한 인공위성측량방법으로 자동차위치결정을 실용화 시키고자 하는 것이다.

2. 基本理論

2.1 자동차 位置決定에 포함되는 要素

자동차의 위치를 인공위성측량으로 추적하기 위해서는 이용될 인공위성측량 시스템의 특성을 알아야 하며, GPS의 경우 출력하는 자료가 WGS(World Geodetic System)-84 체계이기 때문에 자동차 위치가 표시될 기본지도(base map)는 국내 측지좌표계로 되어 있으므로 그것의 변환을 고려하여 한다. 현재 우리나라는 동경원점의 벡셀준거타원체를 사용하고 있으며 측지경위도 원점은 국립지리원내에 있다.

2.2 人工衛星測量的 種類와 特性

인공위성을 이용하여 그림 1의 거리(S)를 측량하는 방법은 다음과 같이 나눌 수 있다. 가장 정도가 높은 방법으로 지상에서 고주파수 레이저를 반사기가 있는 인공위성에 보내 되돌아 오는 시간을 측정하여 거리를 재는 위성레이저측량(SLR : satellite laser ranging)이 있으며, GPS시스템에서 사용되는 방법으로 위성에서 궤도정보와 시간정보를 보내주어 수신기에서 이 신

호를 처리하여 거리를 찾아내는 유사거리측량(Pseudorange ranging)이 있다. 그리고, 전파거리측량기(EDM) 등에서 많이 사용하고 있는 방법으로 반사기를 거쳐서 되돌아 오는 파의 위상을 측정하여 거리를 재는 위상측량법(Phase measurement) 등이 있다.

2.3 GPS를 이용한 위성측량

GPS를 이용한 위성측량의 방법은 유사거리법을 채택하고 있으므로 인공위성에서 궤도정보와 시간정보 및 천문력정보를 일정한 주파수에 실어 보내고 있으며 L1과 L2대를 이용한다. L2대는 P코드(Protected Code)를 송신하고 있으나 군사용 채널임으로 일반적인 방법으로는 이용할 수 없으며 1.5 MHz인 L1대쪽도 C/A코드(Clear Access) 및 P코드의 2종류의 신호가 있으나 이용 가능한 것은 C/A 코드쪽 뿐이다. C/A코드의 방식은 그 코드보턴(code botton)이 공표되어 있으나 P코드는 기밀급으로 되어 있고 이용에는 대단한 제약이 있다. 그러나, 실제에는 P코드보턴도 각국의 알려진 경로로 유통되고 있고 미국측의 방침이 아직 유동적으로 되어 있다. 일단 유사시에는 코드보턴을 수정한다고 하고 있다.⁶⁾

GPS시스템을 이용한 측위의 방법은 1점측위법과 상대측위법으로 나눌 수 있다. 1점측위법은 C/A나 P코드를 이용하여 그림 2와 같은 원리로 측위를 하는 방법이다. 최소 3개의 인공위성 신호를 받아서 측정의 위치를 정할 수 있으며 오차 보정을 위해 4개의 위성에서 수신해야 된다. 각 위성에서 보내오는 신호는 각각 오차를 가지고 있으므로 이것을 제거하기 위해 유사거리법이 이용된다. 만일 P Code가 사용될 수 있고 L1대와 L2대의 2파가 동시 관측이 가능하면

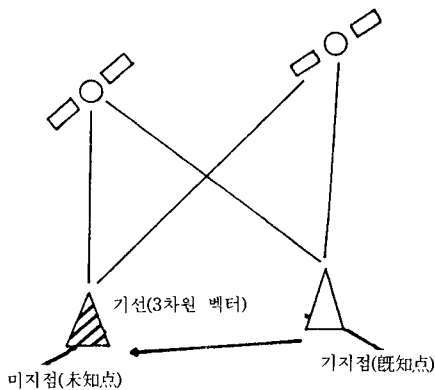


그림 3. 트랜스로케이션법 측량

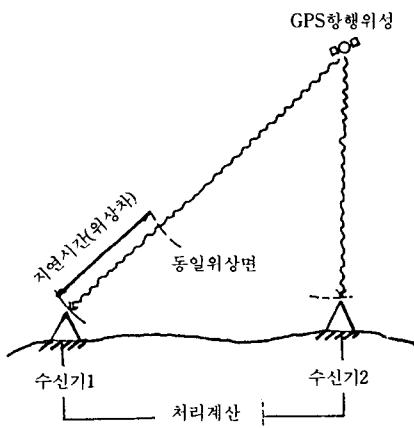


그림 4. 인터페로메트릭법 측량

전리층의 영향을 보정하여 정도는 공칭 16M 이내
있다. 그러나 P Code의 이용은 미국측의 정책상의
이유에 의해 비상시에는 어렵다.⁵⁾

이것과 비교해서 상대측위법은 측점의 절대좌표를
구하는 것이 아니라 1점측위에서 전리층의 영향을
보정해 주는 P코드가 군사용이어서 이용에 제약이
있음에 따라 두점의 위치가 약 100 km 전후의 경우에
동시에 2군데에서 GPS신호를 받아 절대적인 위치는
오차가 있으나 상대적으로 GPS 측위에 영향을 주는
전리층과 대기의 요소를 제거하여 상대거리를 측량
하는 방법이다. 여기서 GPS의 코드보탄만을 이용하는
방식을 일반적으로 트랜스로케이션법(Trans-location
Method)이라 하고 GPS신호의 위상조합을 함께 이
용하는 방법을 인터페로메트릭법(Interferometric
Method, 혹은 Differential GPS)이라 한다. 그림 3은

표 1. WGS-84 타원체의 상수

| | |
|-------------|--|
| 반 장 축 | 6,378,137 m |
| 편 평 율 | 1/298.25223563 |
| 각 속 도 | $7,292,115 \times 10^{-11}$ RAD/S |
| 지 심 인 력 상 수 | $3,986,005 \times 10^8$ m ³ /s ² |

트랜스로케이션법이며 그림 4는 인터페로메트릭법의
원리를 보여주고 있다.

GPS의 1점측위와 상대측위의 경우도 인공위성에
서의 전파를 이용하기 때문에 천후의 영향을 거의
받지 않으며 측점간의 시통(視通)의 문제도 없다. 그
러나 지중(地中)이나 해저에는 사용될 수 없다.

2.4 WGS-84와 우리나라 측지좌표

WGS좌표계는 지심좌표로 1950년대 후반 미국방
성에서 전세계에 대하여 하나의 통일된 좌표계를 사
용할 수 있도록 만들어졌다. 이전에 사용된 지구중
력모형(EGM : earth gravitaional model)이 오래 되
었으며 더욱 정확하고 광역의 기준계 변환이 요구되어
WGS 1984가 개정되었다.^{9,10)} WGS-84의 타원체상수는
표 1에 나타내었다.

기본지도의 경우 우리나라의 측지기준계를 따르고
있으며, 부산의 경우 동부원점(N38, E129) 직각좌표를
이용하고 있다.^{11,12)} GPS 시스템에서 출력되는 결과가
경도, 위도 및 고도인 반면 지구를 평면으로 가정한
직각좌표 지도를 이용하는 것에 대하여는 연구가 필
요하다.

3. 現場測量

3.1 모델지역과 실험장비

모델지역은 부산시 금정구를 선정하여 축척 1 : 5,
000 지형도를 기본도로 하였다. 人工衛星측량에 의한
자동차 경유경로를 비교하기 위하여 기본도는 디지
타이징으로 입력하여 얻었으며 그 결과는 사진 2와
같다. 사진 2에서 도로가 단절된 곳은 터널구간이다.
GPS센서장비는 미국 Trimble사를 이용하였으며
GPS데이터의 저장과 처리를 위해 IBM 386 PC, 노
트북컴퓨터(note-book computer)를 이용하였다. 실험

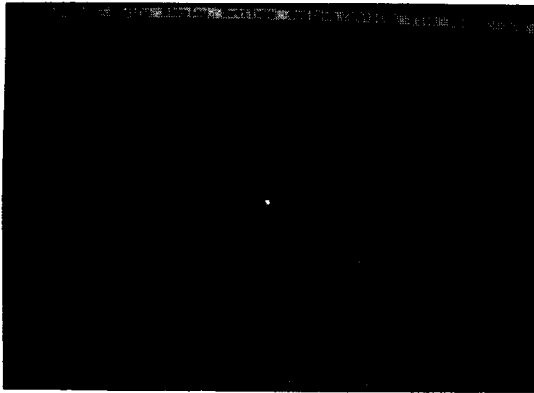


사진 1. 金井區 道路地形情報圖

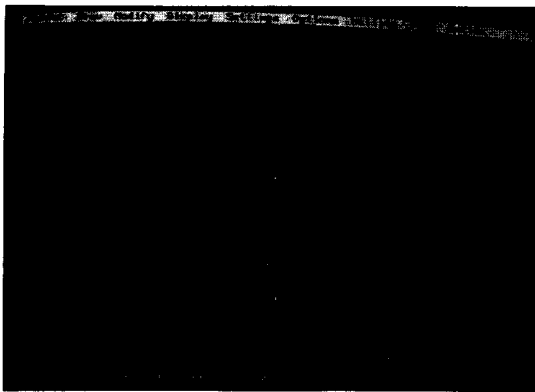


사진 2. 地形情報圖상에 經路追跡된 寫眞

을 위해 구성된 시스템은 그림 5와 같다.

3.2 경로의 재현

사진 2는 기본도 위에 人工衛星測量으로 얻은 道路情報結果의 경로가 재현된 것이다. 붉은색과 초록색 선은 1점측위법으로 人工衛星에 의한 경로를 보여주고 있으며, 노란색 선은 인터페로메트릭으로 추적된 자동차경로이며 하늘색 선은 터널을 통과해서 경유된 경로이다. 구간별 특징을 파악하기 위하여 3지점을 선정하였다. 여러번 실험으로 경로재현을 하는데 있어서 WGS-84체제를 고려해야하지만 본 연구에서는 자동차경로추적에 더욱 중점을 두었기 때문에 이에 대한 고려는 평행이동하여 재현시켰다.

디지털타이저는 정밀도 0.025 mm의 Summer Graphics사의 Summa 12"×18"를 사용하였으며 플로터는 A3크기의 Roland DG를 사용하였다. 그림 6은 작

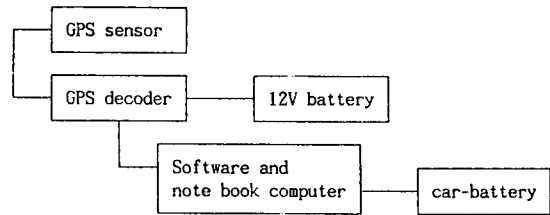


그림 5. 자동차 위치결정 시스템의 구성도

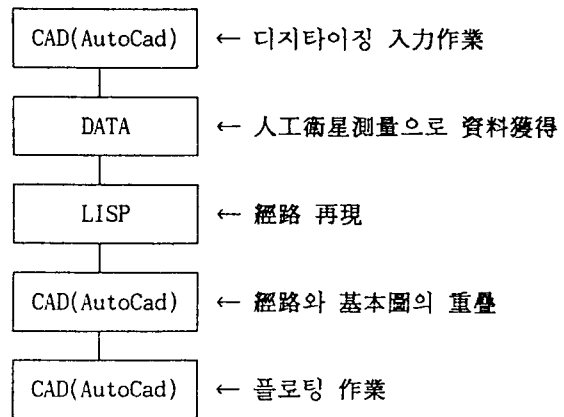


그림 6. 研究修訂의 順序圖

| 경도 | 위도 | 위성시 | 중복관측 회수 |
|--------|--------|--------|--------------|
| 515986 | 905041 | 643872 | tttt |
| 515986 | 905042 | 643876 | tt |
| 515986 | 905043 | 643878 | tt |
| 515986 | 905044 | 643880 | tt |
| 515186 | 905097 | 644083 | tttttttt |
| 515186 | 905096 | 644091 | tttttttttt |
| 515186 | 905096 | 644102 | tttttttttttt |
| 515185 | 905096 | 644126 | ttttttt |
| 515185 | 905095 | 644133 | ttttttt |
| 515185 | 905094 | 644141 | ttttttt |
| 515185 | 905093 | 644149 | ttttttttttt |
| 515184 | 905092 | 644163 | t |

그림 7. 1点測位로 觀測된 데이터의 화면출력

업을 수행하는 순서도를 보여주고 있으며 Auto CAD의 DWG파일을 기본도로 사용하였다. 본 研究에서 경로재현은 LISP으로 하였고 데이터 파일은 人工衛星測量 파일포맷을 사용하였다.

그림 7은 실험한 결과의 일부를 표시하고 있으며 그림 8은 프로그램의 순서도를 나타낸 것이다.

그림 9는 LISP으로 작성한 경·위도좌표를 직교자

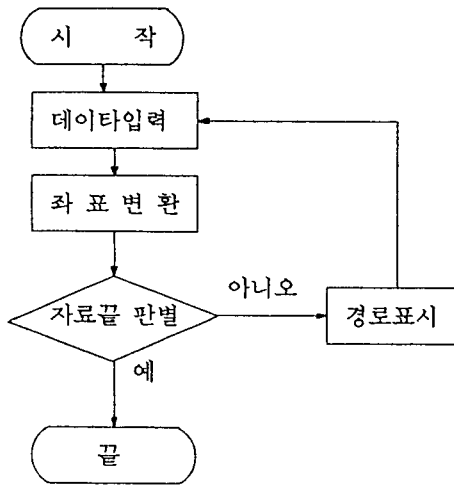


그림 8. 프로그램 순서도

```

(setq x (+ (/ (* (+ (- (atof (substr d1 8 1)) 9)
(/ (/ (atof (substr d1 9 5)) 1000) 60)) 111))))
(setq y (- 500 (/ (* (+ (-8 (atof (substr d1 1 1)))
(/ (/ (atof (substr d1 2 5)) 1000) 60)) 111))))
  
```

그림 9. 좌표변환 프로그램의 일부

표로 변환시키는 프로그램의 일부분으로 동부원점을 이용하였으며 GPS에서 수신되는 모델지역의 경·위도좌표를 변화한다.

3.3 經路再現의 信賴性

금정구 일대를 경유한 기본도상의 경로오차는 다음과 같이 구별할 수 있다. 사진 3, 4, 5에서 진행경로는 붉은색, 기본도상의 도로는 푸른색으로 나타나고 있다.

사진 3의 A지역은 주변에 있는 산의 고도가 다른 곳에 비하여 대단히 낮아서 위성의 전파입사각이 다른 곳에 비해 상당히 커 경로오차가 아주 낮고, 사진 4의 B지역은 A지역보다는 위성의 전파입사각이 좁아서 경로오차가 다소 있으며, 사진 5의 C지역은 북쪽을 향한 산이 대단히 높아 위성전파입사각이 아주 좁아서 경로오차가 심하다. 사진 2에서 보면 이러한 결과가 잘 나타나 있다. 그러나, 본 研究에서는 데이터의 신뢰성보다는 道路情報獲得을 위한 자료이용에 중점을 두었으며, 人工衛星 觀測方法은 1點測位法으로 관측하였다.

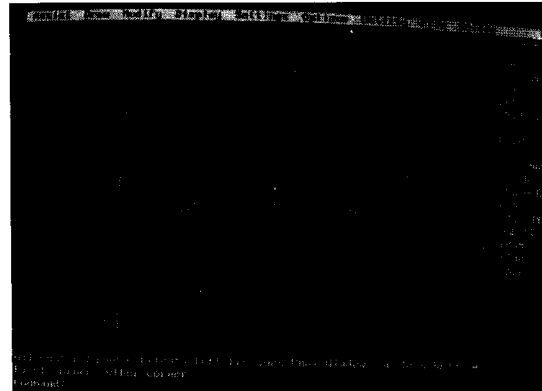


사진 3. 경유지점 분석(A구간)

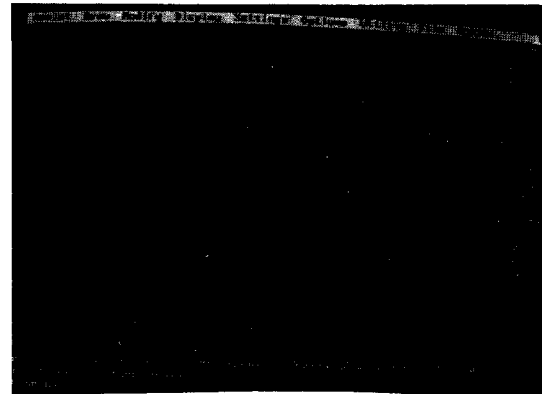


사진 4. 경유지점 분석(B구간)



사진 5. 경유지점 분석(C구간)

4. 結 論

人工衛星測量에 의한 자동차 위치결정에 관한 연

구결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 人工衛星측량에 의한 자동차의 위치정보획득이 가능하였으며, 속성정보와 병합하면 기존의 道路情報 데이터베이스 자료획득이 효율이 높았으리라 생각된다.

둘째, 人工衛星측량 측위고려와 좌표변환에서 준거 타원체의 고려하여 측점의 보간을 실시하고, 속성자료 소프트웨어와 결합하므로써 道路情報網 구성이 효율적이라 생각된다.

셋째, 경로재현에 나타난 오차는 측정지점의 주변 지형에 영향을 받으므로 나타나서 도심지의 사용에는 제한이 있으며, 정밀도향상을 위해 지속적으로 研究 검토할 과제라고 생각된다.

참고문헌

1. 유복모, 강인준, 조기성, 김육남 “대지좌표결정을 위한 해석적 교회법의 비교연구”, 대한토목학회논문집, 1986, Vol 6, No 1, pp. 51-60.
2. 유복모, 강인준 “수평위치 결정에 관한 삼변 및 삼각측량의 비교연구”, 대한토목학회논문집, 1984, Vol 4, No 4, pp. 105-112.
3. T. J. M. KENNIE, Engineering Surveying Technology, Blackie, 1990, pp. 111-145.
4. Derrick R. PEYTON, “Using GPS and ROV’s to map the ocean”, GPS WORLD, 1992, Vol 3, No 1, pp. 40-44.
5. 星 仰, 地形情報處理學, 森北出版株式會社, 1989, pp. 1-12.
6. 日本測地學會, 人工衛星による精密測位システム, 日本測量協會, 1986, pp. 13-47.
7. 안동현, 김동현 “GPS에 의한 절대좌표해석에 관한 연구”, 대한토목학회 학술발표개요집, 1992, pp. 375-378.
8. 강인준, “인공위성측량에 의한 해양오염 물질의 확산검정 기법”, 측지학회지, Vol 10, No 1, pp. 19-24.
9. 유복모, 측지학, 동명사, 1992, pp. 71-116.
10. 정창식, 박창하, 양재문, “G.P.S.에 의한 계절 및 시각에 따른 Point Position의 정도에 관한 연구”, 측지학회지, Vol 10, No 1, pp. 33-40.
11. 박필호, 한인우, 이영창, 강준목, “GPS 실용화를 위한 우리나라 측지계와 WGS 84의 좌표변환(I)”, 측지학회지, Vol 10, No 1, pp. 41-50.
12. 유복모, 측량학원론(I), 개문사, 1992, pp. 402-410.