

1. 서론

도로데이터베이스는 중앙정부나 지방자치단체에서 구축하여 각종 통계자료, 점용료 미수, 대상적 수량 조사, 도로확장, 신설, 개량, 변경 업무, 지역별 개발계획 입안 및 조사, 공사 설계조사및 시공업무 등에 사용을 시도하고 있으며, 교량, 고가도로 계획및 시공, 도로 표식판 설치, 도로 공원 신설계획, 가로수, 가로등 신설 정비계획, 수로및 상하수 관리 계획, 각종 지하 시설물 신설계획및 관리를 계획하고 있다. 기존지도를 이용하여 도로의 위치정보를 획득하는 경우가 많으나, 계속 신설되고 변경되는 도로정보를 신속하게 갱신할수 없는 문제점을 가지고 있다. 이 경우 실제로 측량을 실시하여야 하는데 항공측량이 가장 적당하지만 규모가 대규모이어서, 작은부분의 자료구축은 비경제적이다.

지표면상에 위치한 점의 위치결정에 있어서 고정점의 경우는 삼각측량, 다각측량, 천문측량등으로 실시 하게된다.¹⁾ 이때 신속한 자료수집을 위해 측점이 이동하는 경우 종래의 측량방법으로는 불가능하다. 인공위성측량(satellite positioning system)은 이러한 문제점을 해결하여 이동하는 점의 위치를 확인 하는것이 가능하다. 위성측량의 개발은 1950년대 이었으나 군사적인 목적이 강하고 정도가 높지 않아 실용에 이용되지 않았기 때문에 일반에 알려지지 않았다.²⁾³⁾ 그러나 지속적인 연구와 기술의 발달로 최근에는 그 정도가 높아지고, 수신기를 간단하게 조작할수 있게되어 그 이용이 늘어나고있다. 현재 미국이나 일본등에서는 위성측량시스템인 GPS(Global Positioning System)을 이용하여 군사목적이나 상업용에 널리이용하고 있으며 정도가 높은것을 이용하여 측지, 측량부분응용에 관한 연구도 많이되고 있다. 실제로 미국에서는 포탄의 경로추적과 적중률에 관한 연구를 GPS를 이용하여 실시하였으며, 원격조정운반체(remote operate vechile)을 이용한 해저지도 작성의 예가 있었다. 일본의 경우 1986년 고도 1,495Km에 측지위성 아지사이(Ajisai)를 궤도에 올렸다. ⁴⁾ 유럽의 경우도 각국에서 독자적인 연구를 수행하고 있다.²⁾⁴⁾ 국내에서는 해양오염 물질의 확산검정에 있어서 인공위성측량을 이용한 연구가 있었으며, 자동차의 위치결정에 대한 실험이 실시되었다.³⁾

위성측량시스템 중 공학적으로 가장 활용범위가 넓고 이용이 편리한 것은 1990년대 완성될 미국의 GPS(Global Positioning System)이다. 궤도고도 약20,200Km, 6개의 궤도면에 4개씩 총24개의 위성을 배치하여 전세계 어디에서도 수초안에 위치를 측량하는 시스템으로 항공기나 선박등의 항법유도에 이용되고 있으며 그것의 이용방법이 연구되고 있다. 23번째의 NavStar위성이 1993년 3월 발사되었으며, 미국 국방성에서 위성을 운영하고 있다.²⁾ 현재 사용되고 있는 GPS의 센서는 항공기나 선박의 항해용, 정밀한 측지측량을 위한 측지측량용, 일반인들이 쉽게 접근 가능한 레저용과 최근 그 이용이 증가되고 있는 지형정보시스템(GIS)의 기초자료 취득용등이 있다. 각각의 용도에 맞게 수신기의 성능이 차이를 보이고 있으며, 가격 또한 일정하지 않다. 본 연구는 측지측량용에 비교하여 정도는 떨어지나, 컴퓨터와 상호교신이 가능하고 저렴한 가격의 경제적인 GPS를 사용하여 도로정보구축을 하고자 한다.

2. 기본이론

2.1 위성측량과 도로정보자료

GPS는 유사거리법을 채택하여 인공위성에서 궤도정보와 시간정보 및 천문력정보를 일정한 주파수에 실어 보내고 있으며 L1과 L2대의 전파를 이용한다. 1.2MHz인 L2대는 P코드(Protected Code)를 송신하고 있으나 군사용 채널임으로 일반적인 방법으로는 이용할 수 없으며, 1.5MHz인 L1대는 C/A코드(Clear Access)및 P코드의 2종류의 신호가 있으나 이용 가능한것은 C/A코드쪽 뿐이다. C/A코드의 방식은 그 코드정보(code botton)이 알려져 있으나 P코드는 기밀급으로 되었고 이용에는 제약이 많이 있다.²⁾

* 부산대학교 토목공학과 부교수

** 부산대학교 대학원 토목공학과(석사과정)

*** 부산대학교 대학원 토목공학과(석사과정)

이동하는 자동차로 도로정보를 획득하기 위해서는 자동차의 위치를 추적하는데 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 되어있으므로 그것의 변환을 고려하여 한다. 현재 우리나라는 동경원점의 벡셀준거타원체를 사용하고 있으며 측지경위도 원점은 국립지리원내에 있다.

일반 GPS센서로 취득한 자료를 도로정보구축에 이용하기 위해서는 현재 우리나라에서 사용하는 직교좌표로의 변환과 GPS자체의 정밀도가 큰 문제가 되며, 도시의 중심부에서 측량을 실시하는 경우 GPS위성의 시야가 좋지 못하여 정도가 떨어지는 문제도 있다.³⁾⁴⁾⁵⁾ 본 연구에서는 L1대의 C/A코드를 이용하는 GPS장비를 사용하여, 자료수신 및 처리용 프로그램을 개발하였으며, 도로정보구축에 이용가능한 요소를 획득하기 위해 수신되는 자료를 WGS84에서 우리나라의 지도좌표인 TM으로 변환하였다.

2.2 WGS-84와 우리나라 측지좌표

WGS좌표계는 지심좌표로 1950년대 후반 미국방성에서 전세계에 대하여 하나의 통일된 좌표계를 사용할 수 있도록 만들어졌다. 이전에 사용된 지구중력모형(EGM: earth gravitaional model)이 오래 되었으며 더욱 정확하고 광역의 기준계 변환이 요구되어 WGS 1984가 개정되었으며, WGS-84의 타원체상수는 표1과 같다.⁶⁾

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
지심인력상수	$3,986,005 \times 10^8$ m ³ /s ²

기본지도의 경우 우리나라의 측지기준계를 따르고 있으며, 부산의 경우 동부원점 (N38, E129) 직각좌표를 이용하고 있다.⁶⁾ GPS 시스템에서 출력되는 결과가 경도, 위도 및 고도인 반면 지구를 평면으로 가정한 직각좌표 지도를 이용하는 것에 대하여는 다음과 같은 절차를 거쳐야 한다.

WGS84는 지심좌표를 기준으로한 회전타원체에 투영한 경위도 좌표로서, 우리나라에서 제작된 TM좌표를 사용하기 위해서는 그림 1와 같은 절차에 따라서 좌표변환을 실시하여야 한다.⁷⁾⁸⁾⁹⁾ 회전 타원체 간의 좌표변환의 방법은 변환요소방법, MRE좌표변환법, 그리고 Molodensky방법등이 있으며, 본 연구에서는 미국의 DMA(Defence Mapping Agency)의 MRE좌표변환식을 사용하였다.



그림 1. 위치결정을 위한 좌표계의 변환

동경원점의 Bessel국지타원체로 변환한후, TM도법으로 투영을 실시하여 국내에서 사용하고 있는 직각좌표를 작성하였다. TM투영의 원점은 북위 38도, 동경 129도에 위치한 가상의 점인 동부원점을 이용하였다.¹⁰⁾¹¹⁾¹²⁾

3. 적용예

3.1 모델지역

모델지역은 부산대학교가 있는 부산시 금정구일대의 도시고속도로를 선정하고 축척 1:5,000와 1:25,000의 지형도를 검증용 지도로 하였다. 인공위성측량에 의한 자동차 경유경로를 비교하기 위하여

기본도는 디지털이정으로 입력하였다. GPS센서장비는 미국 6채널 Trimble사의 SVeeSix를 이용하였으며 GPS데이터의 저장과 처리용으로 승용차에 탑재가능한 486노트북컴퓨터(note-book computer)를 이용하였다. 실험은 주,야간의 맑은 날과 흐린날을 선정하여 부산대학교에서 자체 개발한 프로그램(ROADGPS)으로 실시하였으며, 실험을 위해 구성된 시스템은 그림 2.과 같다.

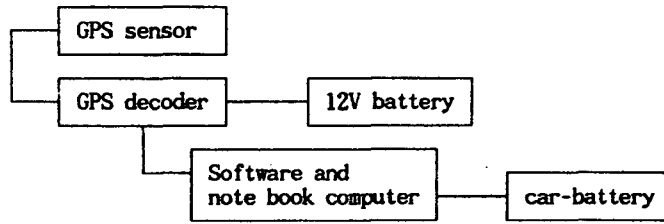


그림 2. 위치결정 시스템의 구성도

3.2 경로의 재현

디지털이치는 정밀도 0.025mm의 Summar Graphics사의 Summa 12"×18"를 사용하였으며 플로터는 A3 크기의 Roland DG를 사용하였다. 그림 3.는 작업을 수행하는 순서도를 보여주고 있으며 Auto CAD의 DWG파일을 기본도로 사용하였다.

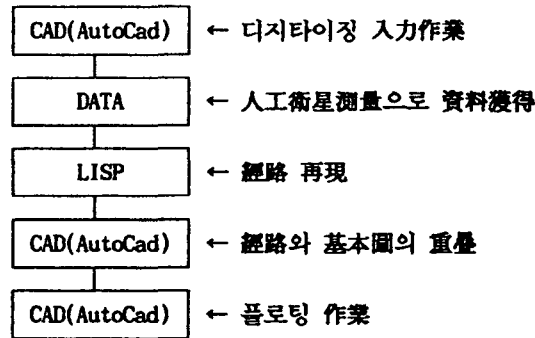


그림 3. 研究修行의 順序圖

그림 4은 모델지역을 보여주고 있으며, 부산시의 금정구, 동래구, 해운대구의 주요도로를 축척 1:25,000 지형도로 디지털이정하였다. 그림 5는 기본도 위에 人工衛星測量으로 얻은 道路情報결과의 경로가 재현된 것이다. 그림 5에서 붉은선은 맑은날 주간, 녹색선은 흐린날 주간, 푸른색선의 경우는 야간의 실험의 결과를 보여주고 있다. GPS의 경우 기후의 영향이 없는 것으로 보고되고 있으나 실험에서 신뢰성을 확보하기 위하여 반복해서 관측을 하였다.

3.3 비교고찰

그림 6과 그림 7는 부산의 도시고속도로에서 GPS수신 자료를 보여주고 있다. GPS에서 수신된 자료는 지도에서 입력한 지도와는 차이를 보이고 있으며, GPS로 수신된 자료가 반경 25m의 원으로 표시될 경우 어느정도 도로정보로 판단될 수 있었다. 그림 8는 시야가 좋지 못한 도심지에서 GPS가 변화되는 부분을 보여주고 있다.

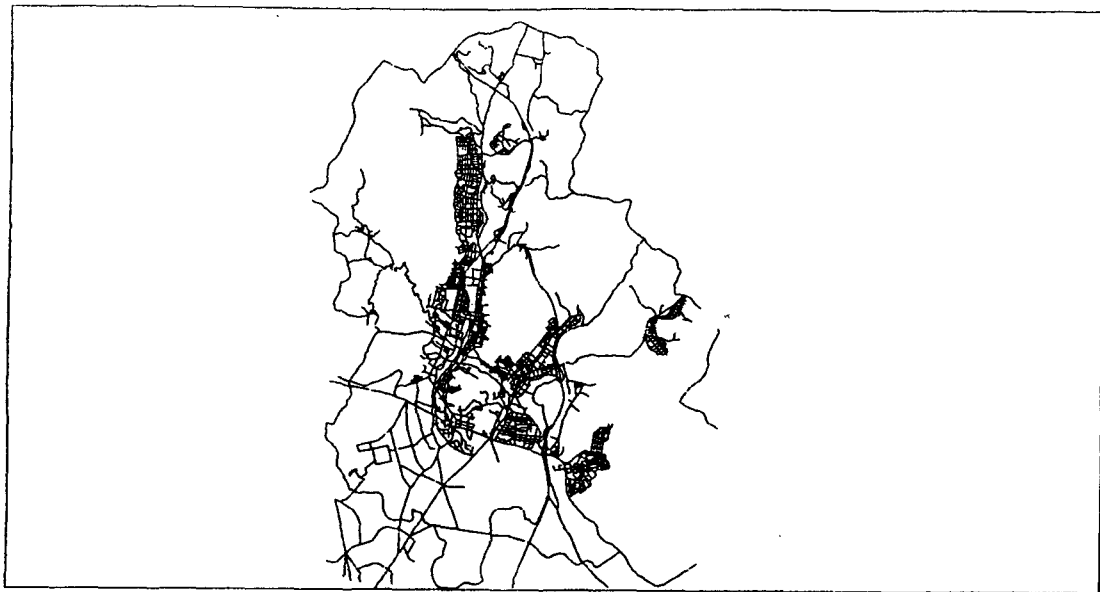


그림 4. 모델지역

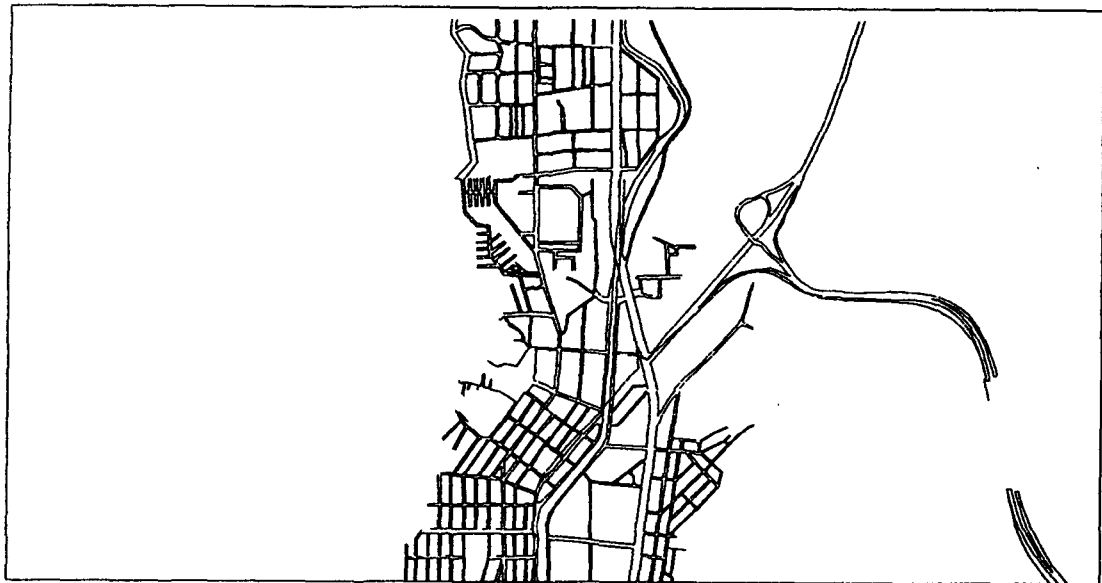


그림 5. 자동차에 의한 도로위치정보

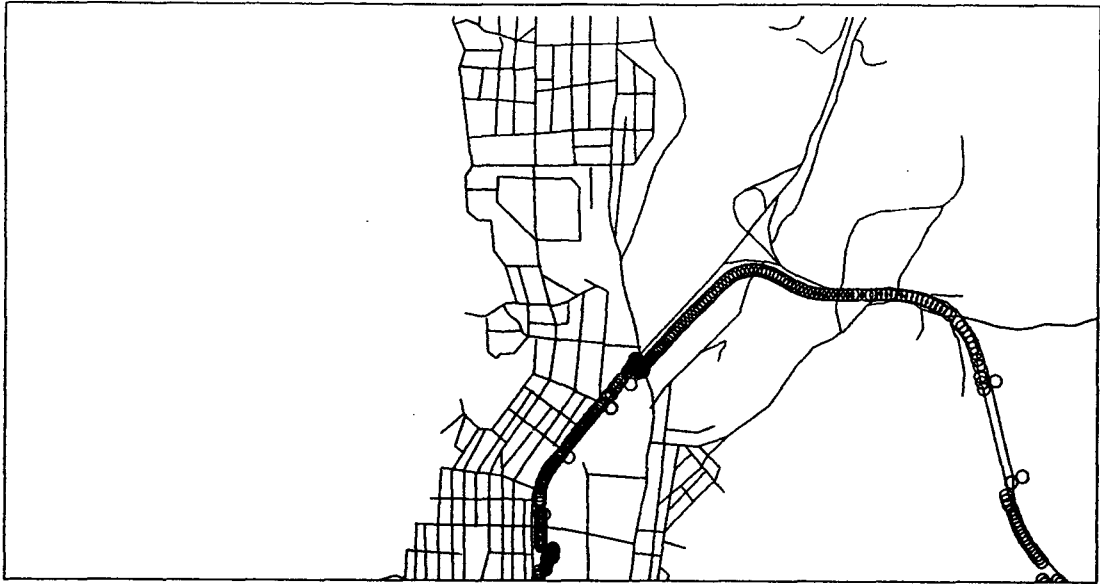


그림 9. 반경 25m 원의 GPS 도로정보

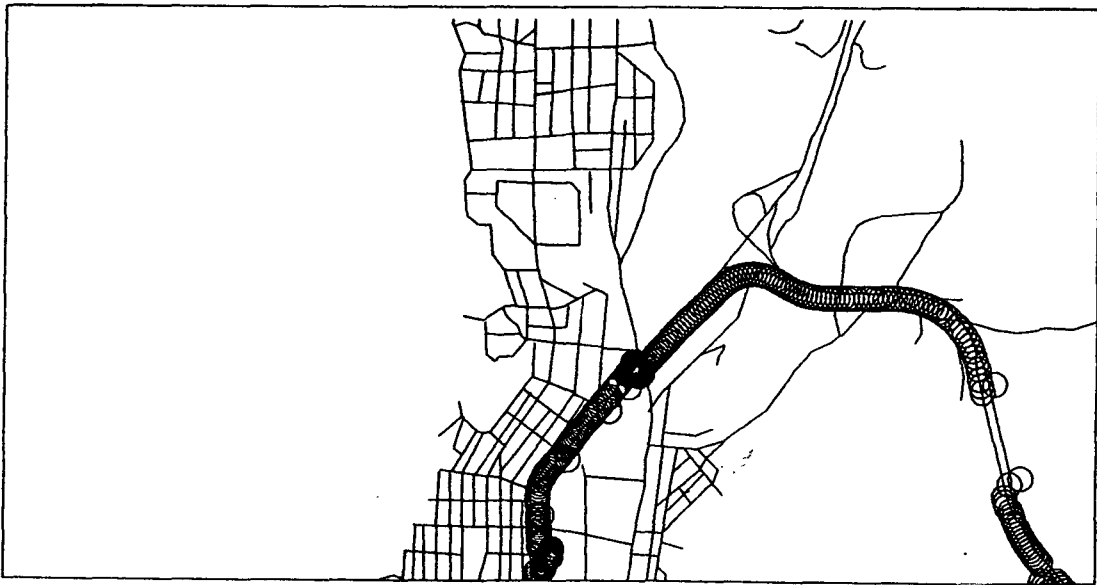


그림 10. 반경 50m 원의 GPS 도로정보

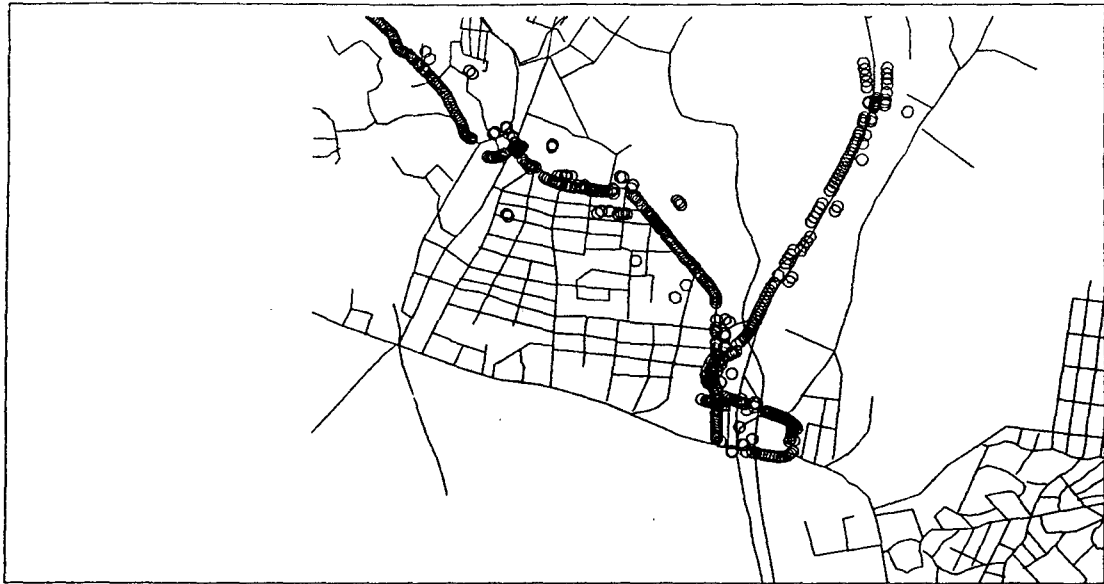


그림 11. 도심지의 GPS 수신 결과

4. 결론

도로정보구축을 위한 GPS의 활용에 대한 연구결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 인공위성측량에 의한 지형정보시스템의 위치정보획득이 가능하였으며, 속성정보와 병합하면 기존 도로의 정보 데이터베이스 자료획득의 효율이 높으리라 생각된다.

둘째, 경로재현에서는 도로의 폭과 시야등의 주변지형에 영향을 크게 받는것으로 나타나서 도심지의 사용에는 제한이 있음을 알수있었다.

셋째, SVeeSix를 이용한 경우, GPS자료를 50m 반경의 오차보정절차가 필요하였다. 그리고 고가의 GPS장비도 필요하지만 저가의 장비로 국내의 프로그램을 사용하여 자료의 정도향상에 대한 연구가 필요함을 알수있었다.

參考文獻

- 1) T. J. M. KENNIE, Engineering Surveying Technology, Blackie, 1990, pp.111 - 145
- 2) 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.69 - 87
- 3) 강인준, "인공위성측량에 의한 해양오염 물질의 확산검정 기법", 한국측지학회지, Vol 10, No 1 pp.19 - 24
- 4) 星 仰, 地形情報處理學, 森北出版株式會社, 1989, pp.1 - 12
- 5) 강인준, 정재영, 장용구, "인공위성측량에 의한 자동차 위치결정에 관한 실험적 연구", 한국측지학회지, Vol 11, No 1, pp.29 - 36
- 6) 유복모, 측지학, 동명사, 1992, pp.71 - 116
- 7) 박필호, 한인우, 김천취, 강준목, "GPS 측지기준점 설정에 관한 연구", 한국측지학회지, 제9권 제1호, 1991, pp.37 - 44.
- 8) The Defence Mapping Agency, 1987, Supplement to Department of Defence World Geodetic System 1984 DMA Technical Report: Part 1", DMA, 1987, pp.7 - 40
- 9) 최재화, "우리나라 평면직각좌표에 관한 연구", 한국측지학회지, 제1권, 제2호, 1993, pp.42 - 59
- 10) Dent, Borden D., PRINCIPLES OF THEMATIC MAP DESIGN, Addison-Wesley Publishing Co., 1985, pp 34 - 59
- 11) 野村正七, 地圖投影法, 1981, pp.310 - 332
- 12) Frederick Pearson, MAP PROJECTION METHODS, Sigma Scientific inc. , 1984, pp.164 - 176