

이동체의 효율적 모니터링을 위한 인터넷 DGPS 모의 구현

Simulation of Internet DGPS for Efficient Monitoring of Mobile

강준목/충남대학교 공과대학 토목공학과 교수

박정현/충남대학교 대학원 토목공학과 박사수료

이은수/충남대학교 대학원 토목공학과 박사수료

송낙현/충남대학교 교육대학원 토목공학과 석사과정

1. 서론

DGPS는 위치 보정 신호를 생성할 수 있는 기지국과 이를 전송할 매체를 필요로 한다. 그동안 사용되어온 전송 매체로는 무전기, 방송전파, 지구정지위성등이 있다. 이들 전송 매체는 주로 기지국에서 생성한 보정 신호를 이동국에 전송해주는 역할을 할뿐, 필요한 정보를 이동국에서 기지국으로 송신하는데는 많은 한계가 있기 때문에 항법목적에만 국한되어 왔다. 그러나 GPS를 이용한 관리시스템이 도입되기 시작함에 따라 양방향 통신에 대한 요구가 증대되고 있다. 인터넷은 별도의 장비 없이 이러한 양방향 통신조건을 만족시킬 수 있으며, 사용자가 손쉽고 저렴한 비용으로 사용할 수 있는 전송매체라는 점에서 여러 분야에서 그 응용이 급속히 확산되고 있는 추세이다. 인터넷 DGPS는 전송매체로 인터넷을 이용하기 때문에 상호 통신이 가능하며 웹브라우저와 연계하여 사용한다면 다수의 사용자가 원하는 정보를 공유할 수 있다는 장점이 있다. 또한 인터넷을 이용한 양방향 통신자체가 다른 전송매체에 비해 쉽게 구현 될 수 있기 때문에 사용자들은 그들 나름대로의 독립적인 관리시스템을 구축할 수 있을 것으로 예상된다. 본 연구에서는 GPS 보정 신호를 인터넷을 통해 이동국에 전송함으로써 항법을 지원하고, 기지국에서는 이동국의 보정된 위치 결과를 전송 받아 화면출력을 해줌으로써 이동국에 대한 관리를 피할 수 있는 시스템을 구축하고자 한다.

2. 연구방법

인터넷 DGPS를 구현하려면 전송할 항목과 전송 받을 항목이 무엇인지를 결정해야 한다. 이는 DGPS 보정 방법과 관련된 것으로 좌표 보정 방법과 의사거리 보정 방법 중 어느 것을 선택하느냐에 따라 달라지기 때문에 먼저 이들 보정 방법에 대한 정확도를 비교하여야 할 것이다 (Wellenhof 등, 1997). 전송할 항목과 전송 받을 항목이 결정되면 이를 전송하고 관리할 수 있는 서버와 전송 받을 클라이언트를 구축하고 이들 시스템의 안정성을 검사한다. GPS에 의해 취득한 좌표는 국내 수치지도상의 좌표체계와 다르기 때문에 좌표 변환 문제를 검토해야 하며 모니터에 따른 화면 출력과의 관계도 고려해야 한다. 연구방법에 대한 흐름도는 그림 1과 같다.

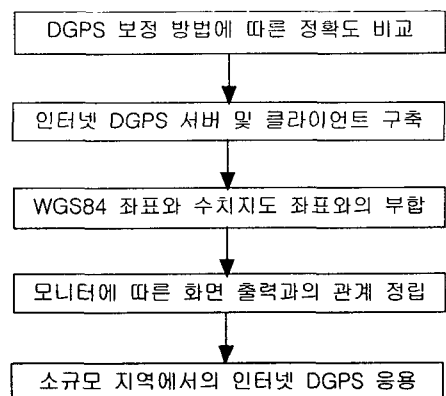


그림 1. 연구 흐름도

3. DGPS 보정 방법에 따른 정확도 비교

GPS 수신기는 일반적으로 여러 가지 형식의 관측 데이터를 출력해주고 있다. 본 연구에서 사용한 GPS 수신기는 Trimble 4000SE과 Trimble 4800으로 'raw' GPS data와 'processed' GPS data를 얻을 수 있다. 의사거리 보정 방법은 'raw' GPS data를 이용하는 방법이고, 좌표 보정 방법은 'processed' GPS data를 이용하는 것을 의미한다. 의사거리 보정 방법을 이용할 경우 이동국에 대한 완벽한 DGPS가 구현될 수 있으나, 시스템의 부하로 인한 문제가 발생할 수 있다. 반면에 좌표 보정 방법은 기지국과 이동국에서 동일한 GPS 위성 data를 수신할

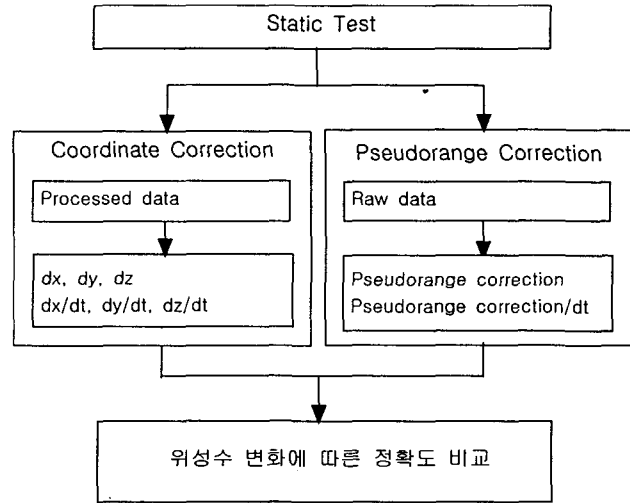


그림 2. DGPS 보정 방법의 비교실험 계획도

경우에만 정확도가 유지된다는 제한 조건이 있다. 차량과 같은 이동체에 있어서 신속한 위치결정은 매우 중요한 요소이므로 본 연구에서는 좌표 보정 방법을 선택하고자 한다. 그러나 이를 위해선 기지국과 이동국에서 수신한 위성수가 다를 경우 정확도에 미치는 영향을 그림 2와 같이 정적 모의 실험을 통해 확인할 필요가 있다. 정적실험을 위해 기지국으로부터 약 55m지점에 위치한 측점에 수신기를 설치하고 GPS 상대측위를 약 5분간 수행하였다. 이때 관측 주기는 1초였으며 Mask angle은 13°로 설정하였다. 기지국과 이동국에서의 동시 관측된 위성은 6대였기 때문에 이에 대한 의사거리 보정과 좌표보정을 통해 이동국의 좌표를 산출하였다. 같은 방법으로 이동국의 관측 위성수를 4대로 제한하여 좌표를 산출하였다. 상대측위 결과를 기준으로 상기 방법들과의 차를 도시한 것은 그림 3과 같다. 관측 위성수 6대에 대한 좌표 보정 결과(방법 2)는 상대측위 결과와 비슷한 양상을 나타내고 있음을 알 수 있다. 관측 위성수 4대에 대한 의사거리 보정 방법의 결과(방법 1)와 좌표 보정 방법(방법 3)의 결과 역시 비슷한 양상을 나타내고 있다. 이는 관측된 위성이 4대일 경우 의사거리 보정의 효과가 그다지 크지 않음을 알 수 있다. 동시 관측 위성수 6대에 대한 상대측위 결과를 기준으로 각 방법들에 대한 표준편차를 산출하였으며 그 결과는 표 1과 같다.

표준편차	좌표 보정 (6대)	의사거리 보정 (4대)	좌표 보정 (4대)
dx (m)	1.425	3.440	3.131
dy (m)	4.516	7.267	7.079
dz (m)	0.894	5.017	4.169

표 1. 보정 방법들에 대한 표준편차

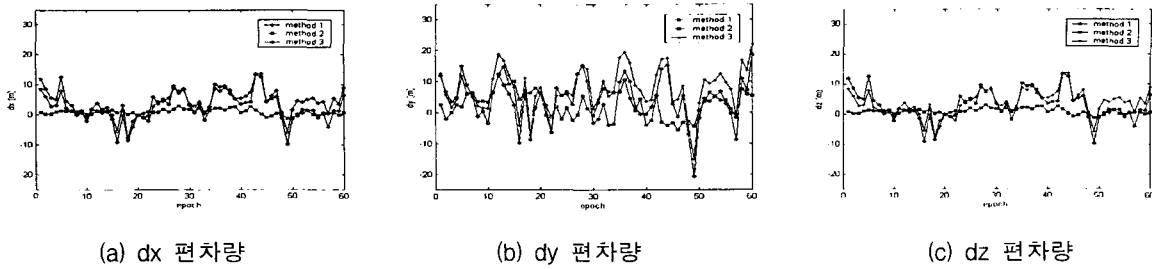


그림 3. 보정 방법들에 대한 편차량

4. 인터넷 DGPS 서버 및 클라이언트 구축

인터넷 DGPS는 기존의 단 방향 통신(Half Duplex)방식 뿐만 아니라 양방향 통신(Full Duplex)방식도 가능하다. 양방향 통신이 가능한 인터넷을 이용한다면 이동국은 기지국에서 송신한 보정 신호를 받아 위치를 결정할 뿐만 아니라, 다시 인터넷을 이용하여 기지국에 이동국의 자료를 송신할 수도 있다. 이는 인터넷 DGPS가 이동국에서는 항법목적으로 이용되고, 기지국에서는 이동국의 움직임을 관리할 수 있다는 의미로 해석할 수 있다. 또한 인터넷 웹브라우저와 연계한다면 다수의 관련된 이용자들이 정보를 공유할 수 있을 것이다. 인터넷 DGPS 서버와 클라이언트는 Microsoft visual basic 6.0환경에서 구축하였다. 서버와 클라이언트 구축을 위해 MS Comm 컨트롤과 MS Winsock 컨트롤을 사용하였다. MS Comm 컨트롤은 위성으로부터 수신된 자료를 GPS 수신기로부터 실시간으로 다운 받는 부분에 사용하였고, 이 자료를 MS Winsock 컨트롤을 이용하여 서버(기지국)와 클라이언트(이동국)간의 상호 자료 송수신에 활용하도록 하였다. Winsock 컨트롤에서 사용한 프로토콜은 클라이언트에 송신하는 자료를 위하여 UDP(User Datagram Protocol)를 사용하였고, 서버에서 송신된 자료의 검증과 클라이언트의 자료를 서버로 송신하기 위하여 TCP(Transmission Control Protocol)를 선택하였다.

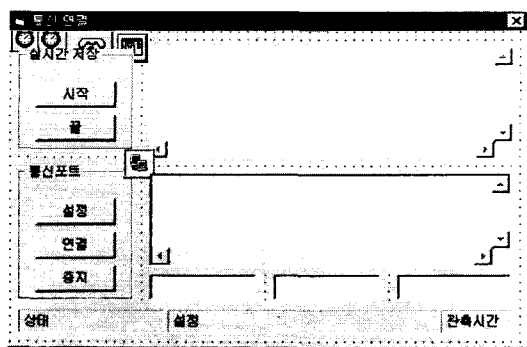


그림 4. 서버의 구성요소

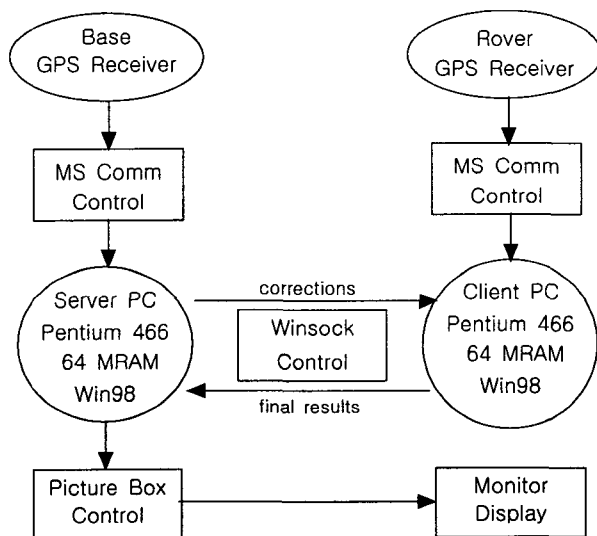


그림 5. 인터넷 DGPS 실행 흐름도

본 연구에서 구현한 서버는 GPS 관측 결과에 대한 실시간 저장, 통신포트의 설정, 관측결과의 화면 출력, 서버에 접속한 클라이언트로의 보정량 전송(Joo 등, 2000), 서버의 작동 상태를 표시해주는 부분으로 나눌 수 있으며, 사용된 구성요소와 구축된 서버를 이용한 인터넷 DGPS의 흐름도는 각각 그림 4, 그림 5와 같다.

5. 모의 인터넷 DGPS 구현

5.1 수치지도 화면 출력

실험지역은 약 1.4km×1.7km의 면적을 갖는 대전시 유성구 궁동 충남대학교 대덕캠퍼스를 택하였다. 이 지역에 대한 수치지도(1:5000)는 국립지리원 대행기관을 통해 구입하였다. 일정 지역에 대한 모니터링을 위해, 구입한 수치지도로부터 실험지역에 해당되는 부분을 추출하였다. 추출된 수치지도는 텍스트 편집이 가능한 dxf형식이기 때문에 사용자가 원하는 개체만을 화면에 출력시킬 수 있다. 본 시스템에서는 수치지도 파일을 열고 라인, 폴리라인, 원, 타원, 호에 대한 개체만을 불러들여 화면에 출력하는 클래스를 만들었으며, 비주얼 베이직 6.0에서 지원하는 picture box 컨트롤을 이용하여 화면 출력이 가능하도록 하였다. Picture box의 scale mode는 twip으로 설정하였다. 추출된 수치지도를 화면에 출력하기 위해서는 수치지도의 좌표를 화면상의 좌표로 변환해 주어야 한다. 이를 위해서는 추출된 수치지도의 크기와 출력 화면의 크기를 맞추어야 한다. 출력화면의 크기는 모니터의 해상도에 따라 달라지기 때문에 비주얼 베이직 6.0에서 제공하는 sysinfo 컨트롤을 이용하여 메인 화면의 크기를 결정하고 출력화면의 크기정보를 얻을 수 있도록 하였다. 추출된 수치지도와 출력화면간의 축척은 다음과 같이 산출할 수 있다.

```

Display_xy.scale_width = display_y / Display_xy.height
Display_xy.scale_height = display_x / Display_xy.width
If (Display_xy.scale_width > Display_xy.scale_height) Then
    Display_xy.scale_final = Display_xy.scale_height
    Display_xy.ini_x = (display_x - Display_xy.scale_final * Display_xy.width) / 2
    Display_xy.ini_y = 0
Else
    Display_xy.scale_final = Display_xy.scale_width
    Display_xy.ini_x = 0
    Display_xy.ini_y = (display_y - Display_xy.scale_final * Display_xy.height) / 2
End If
    
```

display_x : picture box 출력 화면의 가로 길이

display_y : picture box 출력 화면의 세로 길이

Display_xy.width : 추출된 수치지도 가로 길이

Display_xy.height : 추출된 수치지도 세로 길이

Display_xy.ini_x = 추출된 수치지도의 화면좌측 상단 x좌표

Display_xy.ini_y = 추출된 수치지도의 화면좌측 상단 y좌표
 Display_xy.scale_final : 추출된 수치지도와 출력 화면간의 축척

5.2 좌표 변환

이동국으로부터 재 전송되는 DGPS 결과는 지구중심 좌표 체계이고 수치지도의 좌표는 베셀 타원체에 근거한 Transverse Mercator Projection을 통한 결과이므로 두 좌표체계는 직접적으로 부합되지 않는다는 문제점이 있다. 이를 위해 본 연구에서는 두 가지 방법을 모색하였다. 첫째는 NIMA에서 제시한 두 좌표계간의 보정량(dx = 147m, dy = -506m, dz = -687m)(NIMA WGS 84 Update Committee, 1997)을 이용하여 베셀 타원체상의 좌표로 변환한 후, 다시 TM좌표로 변환하여 수치지도상에 나타내는 방법이다. 둘째는 DGPS 결과를 TM 좌표로 변환한 후, 이 결과와 수치지도의 TM 좌표 체계간의 매개변수를 산출하고 실제 DGPS 결과에 적용하여 수치지도상에 나타내는 방법이다. 첫 번째 방법을 이용하여 산출한 TM 좌표를 화면 출력한 결과, 실제 수치지도와 부합되지 않았다. 이는 NIMA에서 제시한 두 좌표계간의 보정량이 대략적인 수치이기 때문이며, 변환된 TM좌표를 다시 수치지도상의 TM좌표로 변환해야 하는 번거로움이 발생한다. 첫 번째 방법은 두 번의 변환을 수행하므로 변환 과정 중에 오차를 가중시킬 수 있기 때문에, 소규모 지역에서 DGPS를 이용하는 경우에는 두 번째 방법을 선택하는 것이 바람직한 것으로 판단된다. 두 번째 방법은 다음과 같은 순서로 수행하였다. DGPS결과를 TM좌표로 변환하여 수치지도 상에 화면 출력하였으며, 출력된 좌표점들 가운데 특징이 있는 점들을 선택하여 2차원 변환을 통해 매개변수를 산출하였다. 산출된 매개변수를 이용하여 DGPS TM좌표를 전부 2차원 변환하여 수치지도 상에 화면 출력하였다. 2차원 변환에 사용된 좌표점들은 표 2와 같다.

Number	WGS84 TM		Digital Map TM	
	x(m)	y(m)	X(m)	Y(m)
1	231048.5530	319085.2270	230976.1504	318779.8623
2	230613.1020	319140.3550	230539.6994	318835.2903
3	231052.6280	319445.2370	230981.2254	319142.1723
4	230976.5490	318497.5650	230903.1464	318192.5003
5	230998.2680	318481.6710	230924.8654	318176.6063

표 2. 2차원 변환을 위한 대응 좌표점들

식 (1)은 2차원 변환을 나타내는 일반식이며(Wolf and Ghilani, 1997), 표 2의 좌표점들을 이용하여 매개변수를 산출한 결과, a=1.001597, b=-1.114513E-3, c=-797.292, d=-556.8573을 얻을 수 있었으며 이때 조정 분산값은 0.429m였다.

$$X = ax - by + c + v_x, \quad Y = bx + ay + d + v_y \quad (1)$$

5.3 DGPS 성과 화면 출력

WGS84 TM좌표와 위에서 산출한 매개 변수를 이용하여 변환한 TM좌표를 수치지도 상에 화면 출력한 것은 그림 6과 같다. 그림에서 부분적으로 일치하지 않는 곳이 있는데 이는 도로 옆에 가로수가 있는 지역으로 GPS 관측조건이 좋지 않은 지역이다. 따라서, 관측 조건이 양호하지 않은 지역에 대해서는 추후 안정적인 화면 출력을 위한 지도 부합 방법을 모색하여야 할 것으로 판단된다.

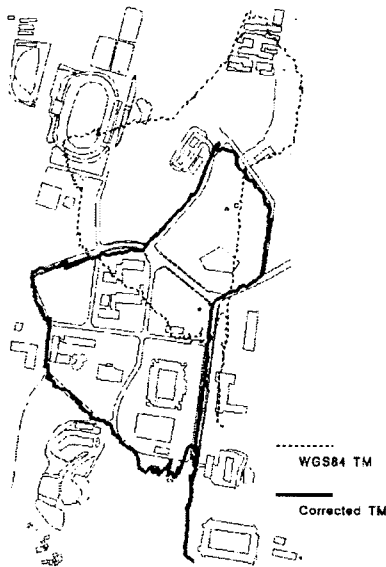


그림 6. WGS 84 TM결과에 대한 보정 전·후의 화면 출력 결과

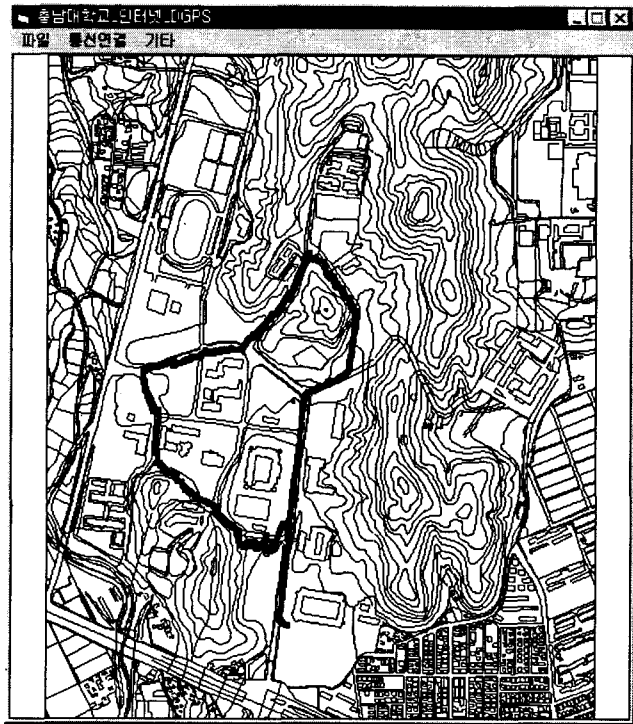


그림 7. 인터넷 DGPS 터미널

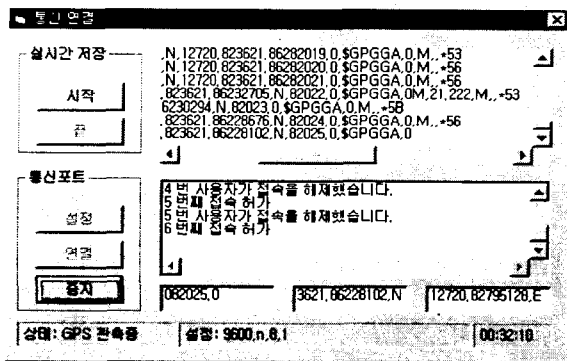


그림 8. 인터넷 DGPS 서버

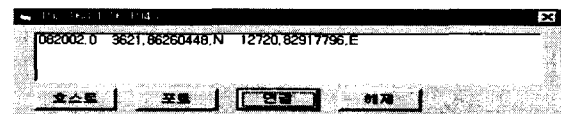


그림 9. 인터넷 DGPS 클라이언트

인터넷 DGPS를 구현하기 위해서는 무선 인터넷 환경이 구축되어야 하나, 현재로서는 비용적인 측면에서 약간의 제약이 따르는 것이 사실이다. 그러나 이러한 제약은 2000년 12월 31일 국내의 인터넷 이용자가 약 19,040,000명임을 감안할 때(Korea internet information center, 2001), 앞으로 IMT 2000사업이 수행된다면 자연스럽게 해소될 것으로 판단된다. 본 연구에서는 이러한 제약 조건 때문에 DGPS의 후처리 결과를 이용하여 인터넷 DGPS를 실내에서 재현하였다. 모의 실험을 위해 먼저 서버와 클라이언트에서는 timer기능을 이용하여 동기화 시킨 후, 클라이언트에서는 산출한 좌표결과를 서버에 송신하였다. 서버는 클라이언트로부터 받은 좌표 결과를 동일한 시간대에 결정된 보정량을 이용하여 보정한 후, 이미 구축된 학내 수치지도에 화면 출력함으로써 이동국에 대한 모니터링을 꾀하였다. 화면출력에 있어 수치지도와 DGPS의 결과가 잘 부합될 수 있도록 이동차량의 움직임을 굵은 선으로 나타내도록 하였으며 다중경로의 영향을 고려하여 스무딩한 결과를 표시하도록 하였다. 후처리 결과를 이용하여 실내에서 모의 실험을 통해 인터넷 DGPS를 실시하였기 때문에 서버와 클라이언트간의 통신 지연에 대한 문제점은 발생하지 않았다. 그러나, 추후 실내 가상실험이 아닌 실외 실험을 통해 통신 지연에 대한 문제점을 검토하여야 할 것이다.

6. 결 론

이동체의 효율적인 모니터링을 위해 인터넷을 통한 상호 DGPS를 구현한 결과, 다음의 결론을 얻었다.

- 1). 인터넷을 통한 정보 전달을 위해 비주얼 베이직 6.0에 기반한 서버와 클라이언트를 구축하였으며, 모의 실험을 통한 인터넷 DGPS를 구현하였다.
- 2). 의사거리 보정 방법과 좌표 보정 방법을 이용한 DGPS 정확도를 비교한 결과, 두 방법 모두 비슷한 정확도를 나타내었으며, 보정 방법에 의한 영향보다는 얼마나 많은 수의 GPS 위성 신호를 수신하였는가에 더 많이 좌우됨을 알 수 있었다.
- 3). 소규모 지역이라는 제한 조건하에 WGS84 좌표를 국내 수치지도에 출력할 경우, 취득한 WGS84 좌표를 WGS84 TM으로 변환 한 후, 이를 수치지도에 표시하고, 특징점들에 대한 이차원 변환을 통해 관계식을 도출하므로써 더 나은 지도 부합을 꾀할 수 있었다.

본 논문은 모의 실내 실험을 통해 인터넷 DGPS를 구현한 것으로 향후, 현장에서 무선 인터넷을 이용한 DGPS 수행을 통해 발생하는 문제점을 해결하여야 할 것이며, DGPS 최종 결과가 수치지도에 부분적으로 일치하지 않는 지역에 대해서는 추후 화면 출력을 위한 지도 부합 방법을 모색하여야 할 것으로 사료된다.

참고문헌

- B. Hofmann-Wellenhof, H. Lichtenegger, and J. Collins (1997) *Global Positioning System : Theory and Practice, Fourth, revised Edition*, Springer Wien New York.
- Joo, Kyung-min, Park, Sung-wan, and Kim, Min-ho (2000) *Visual Basic Programming Bible Ver. 6.x*, Youngjin.
- Korea internet information center (2001) *Internet Statistics : Domestic Internet User by Year*.
- NIMA WGS 84 Update Committee (1997) *Department of Defense World Geodetic System 1984, Its Definition and Relationships with Local Geodetic Systems, NIMA TR8350.2 Third Edition*.
- Paul R. Wolf, and Charles D. Ghilani (1997) *Adjustment computations : statistics and least squares in surveying and GIS, Third Edition*, Wiley series in surveying and boundary control, John Wiley & Sons, New York.