

Navigation을 위한 저가 GPS 수신기 정확도 향상을 위한 연구 A Study on Accuracy Enhancement of Low Cost GPS Receiver for Navigation

강준목¹⁾, Joon-Mook Kang · 조성호²⁾, Sung-Ho Cho
임태형³⁾, Tae-Hyung Lim · 강기석³⁾, Ki-Seok Kang

¹⁾ 정회원 · 충남대학교 공과대학 토목공학과 교수 · 공학박사 · 042-821-5678 (E-mail:kang_jm@cnu.ac.kr)

²⁾ 정회원 · 충남대학교 공과대학 토목공학과 박사과정 · 062-520-2379 (E-mail:geocho@empal.com)

³⁾ 정회원 · 충남대학교 공과대학 토목공학과 석사과정 · 042-821-7747(E-mail:kks2114@empal.com)

개요: 최근 SA(Selective Availability)의 해제에 따른 GPS의 활용이 증대 되면서 차량운행에 있어서도 저가 GPS 수신기의 활용이 활발하게 이루어지고 있으며, 일반 차량 운행자를 위한 상용화가 급속도로 이루어지고 있다. 하지만 저가 GPS수신기를 통한 실시간 위치정보의 제공은 실질적으로 상당한 오차를 포함하고 있다. 이는 저가 수신기가 가지고 있는 문제라 할 수 있다. 이에 본 연구에서는 저가 수신기와 정밀 측위용 이주파 수신기를 이용하여 측지분야에서 검증된 GPS측량방법을 통해 오차를 비교·분석하고 저가 수신기의 정확도 향상을 위한 방법을 제시하고자 하였다.

1. 서론

Navigation에 사용되고 있는 저가 GPS 수신기는 일반적으로 Code만을 이용하고 있으며 Code 만을 이용할 경우는 위치정확도에 있어 상당한 오차를 포함하게 되며, 이는 위치데이터의 활용에 있어 상당한 제한을 가져오게 된다. 이러한 문제를 해결하기 위해 현재 사용되고 있는 Beacon을 통한 보정이 이루어지고 있으나 이는 별도의 장비를 구입해야 하는 문제를 가지고 있다. 이에 본 연구에서는 SA가 해제된 현재 Code 만을 이용한 Navigation의 활용에 있어 위치정확도를 알아보고 Beacon의 보정신호를 통해 향상된 위치정확도를 이주파수 수신기를 이용한 상대측위 방법과 비교하여 저가용 GPS 수신기의 정확도 향상을 위한 방안을 제시하고자 한다.

2. 기본이론

2.1 절대측위의 선형모델

측점 i 에서 한 대의 위성 j 를 관측하였다고 가정하면, 위성 j 에 대한 측점 i 의 의사거리 방정식은 다음과 같다.

$$R_i^j(t) = \rho_i^j(t) + c\Delta\delta_i^j(t) \quad (2-1)$$

여기서, $R_i^j(t)$: 위성과 수신기간의 실제거리

$\rho_i^j(t)$: i 점에서 관측된 코드 의사거리

c : 신호 속도

$\Delta \delta_i^j(t)$: 위성과 수신기간의 시간오차

식(2-1)의 $\Delta \delta_i^j(t)$ 는 다음과 같이 2부분으로 나누어진다.

$$\Delta \delta_i^j(t) = \delta^j(t) - \delta_i(t) \quad (2-2)$$

윗 식에서 위성시간인 $\delta^j(t)$ 는 다음과 같은 식에 의해서 구할 수 있다.

$$\delta^j(t) = a_0 + a_1(t - t_c) + a_2(t - t_c)^2 \quad (2-3)$$

여기서, t_c 는 기준 시간이고, 계수 a_0 , a_1 , a_2 는 항법 메시지에서 제공된다.

식(2-3)을 식(2-1)에 대입하면

$$R_i^j(t) - c \delta^j(t) = \rho_i^j(t) - c \delta_i(t) \quad (2-4)$$

여기서, 좌변에 있는 변수들은 기지값이고, 우변에 있는 변수들은 미지값이 된다.

식(2-1)에서 $\rho_i^j(t)$ 는 위성과 측정점간의 기하학적인 거리로서 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned} \rho_i^j(t) &= \sqrt{(X^j(t) - X_i)^2 + (Y^j(t) - Y_i)^2 + (Z^j(t) - Z_i)^2} \\ &\equiv f(X_i, Y_i, Z_i) \quad \rightarrow \text{비선형 구조} \end{aligned} \quad (2-5)$$

여기서, $X^j(t)$, $Y^j(t)$, $Z^j(t)$: 시간 t 에 대한 위성의 위치 좌표

X_i , Y_i , Z_i : ECEF 좌표계에서 측정점의 좌표(미지값)

식(2-5)는 비선형 형태이기 때문에 다음과 같이 선형화 형태로 만들어 주어야 한다.

미지수(X_i , Y_i , Z_i)에 대한 초기값을 X_0 , Y_0 , Z_0 라고 하면, $\rho_i^j(t)$ 의 초기값

$\rho_0^j(t)$ 는 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \rho_0^j(t) &= \sqrt{(X^j(t) - X_0)^2 + (Y^j(t) - Y_0)^2 + (Z^j(t) - Z_0)^2} \\ &\equiv f(X_0, Y_0, Z_0) \end{aligned} \quad (2-6)$$

초기값을 사용하여, 미지값 X_i , Y_i , Z_i 은 다음과 같이 분해된다.

$$\begin{aligned} X_i &= X_0 + \Delta X_i \\ Y_i &= Y_0 + \Delta Y_i \\ Z_i &= Z_0 + \Delta Z_i \end{aligned} \quad (2-7)$$

식(2-7)을 Taylor 급수로 확장시키면 다음과 같다.

$$\begin{aligned} f(X_i, Y_i, Z_i) &= f(X_0 + \Delta X_i, Y_0 + \Delta Y_i, Z_0 + \Delta Z_i) \\ &= f(X_0, Y_0, Z_0) + \frac{\partial f(X_0, Y_0, Z_0)}{\partial X_0} \Delta X_i + \frac{\partial f(X_0, Y_0, Z_0)}{\partial Y_0} \Delta Y_i \\ &\quad + \frac{\partial f(X_0, Y_0, Z_0)}{\partial Z_0} \Delta Z_i \end{aligned} \quad (2-8)$$

여기서,

$$\begin{aligned}\frac{\partial f(X_0, Y_0, Z_0)}{\partial X_0} &= -\frac{X^j(t) - X_0}{\rho_0^j(t)} \\ \frac{\partial f(X_0, Y_0, Z_0)}{\partial Y_0} &= -\frac{Y^j(t) - Y_0}{\rho_0^j(t)} \\ \frac{\partial f(X_0, Y_0, Z_0)}{\partial Z_0} &= -\frac{Z^j(t) - Z_0}{\rho_0^j(t)}\end{aligned}\quad (2-9)$$

위 식들을 정리하면 다음과 같다.

$$\begin{aligned}\rho_i^j(t) &= \rho_0^j(t) - \frac{X^j(t) - X_0}{\rho_0^j(t)} \Delta X_i - \frac{Y^j(t) - Y_0}{\rho_0^j(t)} \Delta Y_i \\ &\quad - \frac{Z^j(t) - Z_0}{\rho_0^j(t)} \Delta Z_i\end{aligned}\quad (2-10)$$

따라서, 식(2-10)은 미지수 ΔX_i , ΔY_i , ΔZ_i 에 대한 선형방정식이 된다. 절대측위에 의해서 측정의 위치를 구하기 위한 수학적 모델을 만들기 위해서 식(2-1)을 다음과 같이 바꾼다.

$$R_i^j(t) = \rho_i^j(t) + c \delta^j(t) - c \delta_i(t) \quad (2-11)$$

식(2-11)은 전리층, 대류층의 영향과 작은 오차요인들을 생략한 것으로서, 식(2-10)을 대입하면 다음과 같다.

$$\begin{aligned}R_i^j(t) &= \rho_0^j(t) - \frac{X^j(t) - X_0}{\rho_0^j(t)} \Delta X_i - \frac{Y^j(t) - Y_0}{\rho_0^j(t)} \Delta Y_i \\ &\quad + c \delta^j(t) - c \delta_i(t) - \frac{Z^j(t) - Z_0}{\rho_0^j(t)} \Delta Z_i\end{aligned}\quad (2-12)$$

식(2-12)을 기지부분과 미지부분으로 나누면,

$$\begin{aligned}R_i^j(t) - \rho_0^j(t) - c \delta^j(t) &= -\frac{X^j(t) - X_0}{\rho_0^j(t)} \Delta X_i - \frac{Y^j(t) - Y_0}{\rho_0^j(t)} \Delta Y_i \\ &\quad - \frac{Z^j(t) - Z_0}{\rho_0^j(t)} \Delta Z_i - c \delta_i(t)\end{aligned}\quad (2-13)$$

여기서, 미지값은 ΔX_i , ΔY_i , ΔZ_i , $\Delta \delta_i(t)$ 이므로 이 미지값들을 구하기 위해서는 최소 4대 이상의 GPS 위성 관측값이 필요하다. GPS 위성 1, 2, 3, 4에 대한 관측이 수행되었다면 다음과 같이 최소제곱행렬이 구성된다.

$$L = \begin{bmatrix} R_1^1(t) - \rho_0^1(t) - c \delta^1(t) \\ R_2^2(t) - \rho_0^2(t) - c \delta^2(t) \\ R_3^3(t) - \rho_0^3(t) - c \delta^3(t) \\ R_4^4(t) - \rho_0^4(t) - c \delta^4(t) \end{bmatrix} \quad x = \begin{bmatrix} \Delta X_i \\ \Delta Y_i \\ \Delta Z_i \\ \delta_i(t) \end{bmatrix}$$

$$A = \begin{vmatrix} -\frac{X^1(t) - X_{\text{d}}}{\rho_{\text{d}}^1(t)} & -\frac{Y^1(t) - Y_{\text{d}}}{\rho_{\text{d}}^1(t)} & -\frac{Z^1(t) - Z_{\text{d}}}{\rho_{\text{d}}^1(t)} & -c \\ -\frac{X^2(t) - X_{\text{d}}}{\rho_{\text{d}}^2(t)} & -\frac{Y^2(t) - Y_{\text{d}}}{\rho_{\text{d}}^2(t)} & -\frac{Z^2(t) - Z_{\text{d}}}{\rho_{\text{d}}^2(t)} & -c \\ -\frac{X^3(t) - X_{\text{d}}}{\rho_{\text{d}}^3(t)} & -\frac{Y^3(t) - Y_{\text{d}}}{\rho_{\text{d}}^3(t)} & -\frac{Z^3(t) - Z_{\text{d}}}{\rho_{\text{d}}^3(t)} & -c \\ -\frac{X^4(t) - X_{\text{d}}}{\rho_{\text{d}}^4(t)} & -\frac{Y^4(t) - Y_{\text{d}}}{\rho_{\text{d}}^4(t)} & -\frac{Z^4(t) - Z_{\text{d}}}{\rho_{\text{d}}^4(t)} & -c \end{vmatrix} \quad (2-14)$$

2.2 상대측위 선형 모델

상대측위는 반송파 위상의 차분법으로 이루어지며, 매우 정밀한 상대위치와 기선벡터를 결정하게 된다. 기지점을 A, 미지점을 B로 놓고 두점 사이의 기선벡터를 b_{AB} 라 하면, 위치벡터의 관계는 다음과 같이 나타난다.

$$X_B = X_A + b_{AB} \quad (2-35)$$

$$b_{AB} = \begin{vmatrix} X_B - X_A \\ Y_B - Y_A \\ Z_B - Z_A \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \Delta X_{AB} \\ \Delta Y_{AB} \\ \Delta Z_{AB} \end{vmatrix}$$

기본적으로 GPS 측량의 상대측위는 반송파 위상을 이용하며, 두 측정점 A, B에서 j, k 위성을 동시에 관측한다고 가정하면, 각각의 반송 위상들은 차분법을 통한 선형 조합으로 재구성된다.

상대측위의 경우에, carrier phase를 이용한 이중차(double-difference)를 기본으로 하여 구성된다. 이중차 방정식(2-40)의 양변에 파장 λ 를 곱함으로써 다음과 같은 식이 나오게 된다.

$$\lambda \Phi_{AB}^{jk}(t) = \rho_{AB}^{jk}(t) + \lambda N_{AB}^{jk} \quad (2-43)$$

$$\text{여기서, } \rho_{AB}^{jk}(t) = \rho_B^k(t) - \rho_B^j(t) - \rho_A^k(t) + \rho_A^j(t) \quad (2-44)$$

식(2-44)에 식(2-10)의 형태를 적용하여 다음과 같은 식을 얻을 수 있다.

$$\begin{aligned} \rho_{AB}^{jk} &= \rho_{B0}^k(t) - \frac{X^k(t) - X_{B0}}{\rho_{B0}^k(t)} \Delta X_B - \frac{Y^k(t) - Y_{B0}}{\rho_{B0}^k(t)} \Delta Y_B - \frac{Z^k(t) - Z_{B0}}{\rho_{B0}^k(t)} \Delta Z_B \\ &\quad - \rho_{B0}^j(t) + \frac{X^j(t) + X_{B0}}{\rho_{B0}^j(t)} \Delta X_B + \frac{Y^j(t) - Y_{B0}}{\rho_{B0}^j(t)} \Delta Y_B + \frac{Z^j(t) - Z_{B0}}{\rho_{B0}^j(t)} \Delta Z_B \\ &\quad - \rho_{A0}^k(t) + \frac{X^k(t) + X_{A0}}{\rho_{A0}^k(t)} \Delta X_A + \frac{Y^k(t) - Y_{A0}}{\rho_{A0}^k(t)} \Delta Y_A + \frac{Z^k(t) - Z_{A0}}{\rho_{A0}^k(t)} \Delta Z_A \\ &\quad + \rho_{A0}^j(t) - \frac{X^j(t) - X_{A0}}{\rho_{A0}^j(t)} \Delta X_A - \frac{Y^j(t) - Y_{A0}}{\rho_{A0}^j(t)} \Delta Y_A - \frac{Z^j(t) - Z_{A0}}{\rho_{A0}^j(t)} \Delta Z_A \end{aligned} \quad (2-45)$$

식(2-45)의 일부 요소를 식(2-22)로 표시함으로써 $l = Ax$ 의 형태로 간편하게 선형 시스템을 얻을 수 있다.

$$a_{XA}^{jk}(t) = + \frac{X^k(t) - X_{A0}}{\rho_{A0}^k(t)} - \frac{X^j(t) - X_{A0}}{\rho_{A0}^j(t)}$$

$$a_{YA}^{jk}(t) = + \frac{Y^k(t) - Y_{A0}}{\rho_{A0}^k(t)} - \frac{Y^j(t) - Y_{A0}}{\rho_{A0}^j(t)}$$

$$\begin{aligned}
\alpha_{ZA}^{jk}(t) &= + \frac{Z^k(t) - Z_{A0}}{\rho_{A0}^k(t)} - \frac{Z^j(t) - Z_{A0}}{\rho_{A0}^j(t)} \\
\alpha_{XB}^{jk}(t) &= - \frac{X^k(t) - X_{B0}}{\rho_{B0}^k(t)} + \frac{X^j(t) - X_{B0}}{\rho_{B0}^j(t)} \\
\alpha_{YB}^{jk}(t) &= - \frac{Y^k(t) - Y_{B0}}{\rho_{B0}^k(t)} + \frac{Y^j(t) - Y_{B0}}{\rho_{B0}^j(t)} \\
\alpha_{ZB}^{jk}(t) &= + \frac{Z^k(t) - Z_{B0}}{\rho_{B0}^k(t)} - \frac{Z^j(t) - Z_{B0}}{\rho_{B0}^j(t)}
\end{aligned} \tag{2-46}$$

따라서, 식(2-22)을 이용하여 식(2-21)를 다시 정리하고, 이를 식(2-20)에 적용하면 다음과 같은 식을 얻게 된다.

$$\begin{aligned}
\lambda \Phi_{AB}^{jk} &= \rho_{B0}^k(t) - \rho_{B0}^j(t) - \rho_{A0}^k(t) + \rho_{A0}^j(t) + \lambda N_{AB}^{jk} \\
&+ \alpha_{XA}^{jk}(t) \Delta X_A + \alpha_{YA}^{jk}(t) \Delta Y_A + \alpha_{ZA}^{jk}(t) \Delta Z_A \\
&+ \alpha_{XB}^{jk}(t) \Delta X_B + \alpha_{YB}^{jk}(t) \Delta Y_B + \alpha_{ZB}^{jk}(t) \Delta Z_B
\end{aligned} \tag{2-47}$$

식(2-47)에서 미지값과 기지값을 등호의 좌항과 우항으로 각각 분리하였을 경우, 좌항의 기지값을 $l_{AB}^{jk}(t)$ 라 놓으면 식(2-48)과 같이 표현되며,

$$l_{AB}^{jk}(t) = \lambda \Phi_{AB}^{jk}(t) - \rho_{B0}^k(t) + \rho_{B0}^j(t) + \rho_{A0}^k(t) - \rho_{A0}^j(t) \tag{2-48}$$

미지값은 식(2-48)와 같이 표현된다.

$$\begin{aligned}
l_{AB}^{jk}(t) &= \alpha_{XA}^{jk}(t) \Delta X_A + \alpha_{YA}^{jk}(t) \Delta Y_A + \alpha_{ZA}^{jk}(t) \Delta Z_A \\
&+ \alpha_{XB}^{jk}(t) \Delta X_B + \alpha_{YB}^{jk}(t) \Delta Y_B + \alpha_{ZB}^{jk}(t) \Delta Z_B + \lambda N_{AB}^{jk}
\end{aligned} \tag{2-49}$$

그러나, 한 점의 좌표(예를들면 A)는 상대측정을 위해 반드시 알려져야만 하며 이런 경우에 $\Delta X_A = \Delta Y_A = \Delta Z_A = 0$ 이므로, 식(2-48), (2-49)는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned}
l_{AB}^{jk}(t) &= \lambda \Phi_{AB}^{jk}(t) - \rho_{B0}^k(t) + \rho_{B0}^j(t) + \rho_A^k(t) - \rho_A^j(t) \\
&= \alpha_{XB}^{jk}(t) \Delta X_B + \alpha_{YB}^{jk}(t) \Delta Y_B + \alpha_{ZB}^{jk}(t) \Delta Z_B + \lambda N_{AB}^{jk}
\end{aligned} \tag{2-50}$$

4개의 위성 j, k, l, m 과 두 개의 epoch t_1, t_2 를 가정하면, 매트릭스 벡터 시스템은 $l = Ax$ 의 형태로 나타낼 수 있으며, 최소제곱해법에 의해 B점의 좌표를 얻음으로서 두 측정점간의 기선거리를 결정할 수 있다.

$$l = \begin{bmatrix} l_{AB}^{jk}(t_1) \\ l_{AB}^{jl}(t_1) \\ l_{AB}^{jm}(t_1) \\ l_{AB}^{jk}(t_2) \\ l_{AB}^{jl}(t_2) \\ l_{AB}^{jm}(t_2) \end{bmatrix} \quad x = \begin{bmatrix} \Delta X_B \\ \Delta Y_B \\ \Delta Z_B \\ N_{AB}^{jk} \\ N_{AB}^{jl} \\ N_{AB}^{jm} \end{bmatrix}$$

$$A = \begin{bmatrix} \alpha_{XB}^{jk}(t_1) & \alpha_{YB}^{jk}(t_1) & \alpha_{ZB}^{jk}(t_1) & \lambda & 0 & 0 \\ \alpha_{XB}^{jl}(t_1) & \alpha_{YB}^{jl}(t_1) & \alpha_{ZB}^{jl}(t_1) & 0 & \lambda & 0 \\ \alpha_{XB}^{jm}(t_1) & \alpha_{YB}^{jm}(t_1) & \alpha_{ZB}^{jm}(t_1) & 0 & 0 & \lambda \\ \alpha_{XB}^{jk}(t_2) & \alpha_{YB}^{jk}(t_2) & \alpha_{ZB}^{jk}(t_2) & \lambda & 0 & 0 \\ \alpha_{XB}^{jl}(t_2) & \alpha_{YB}^{jl}(t_2) & \alpha_{ZB}^{jl}(t_2) & 0 & \lambda & 0 \\ \alpha_{XB}^{jm}(t_2) & \alpha_{YB}^{jm}(t_2) & \alpha_{ZB}^{jm}(t_2) & 0 & 0 & \lambda \end{bmatrix} \quad (2-51)$$

2.3 NMEA Format

Garmin 수신기로 부터의 위치정보는 NMEA(National Marine Electronics Association) Format으로 제공된다. NMEA는 항해에 있어 전자산업분야의 교육과 진흥을 위해 비영리의 목적으로 창설되었으며, NMEA의 표준은 항해와 관련된 기계의 사용에 있어 전자적 인터페이스와 데이터 프로토콜을 명시하고 있다.

본 연구에서 사용된 Garmin 수신기에서 얻어진 데이터의 NMEA Format을 보면 다음과 같이 나타나며, 문장이 나타내는 내용은 아래와 같다.

표 1. NMEA0183 프로토콜 GPGGA의 내용

GGA,123519,4807.038,N,01131.324,E,1,08,0.9,545.4,M,46.9,M, , *42	
GGA	- Global Positioning System Fix Data
123519	Fix taken at 12:35:19 UTC
4807.038,N	Latitude 48 deg 07.038' N
01131.324,E	Longitude 11 deg 31.324' E
1	Fix quality: 0 = invalid
	1 = GPS fix
	2 = DGPS fix
08	Number of satellites being tracked
0.9	Horizontal dilution of position
545.4,M	Altitude, Metres, above mean sea level
46.9,M	Height of geoid (mean sea level) above WGS84 ellipsoid
(empty field)	time in seconds since last DGPS update
(empty field)	DGPS station ID number

3. 연구 내용

항법용 저가 GPS 수신기의 정확도 향상을 위해 측지분야에서 활용되고 있는 GPS 측량 방법 중에서 절대측위 방법과 상대측위 방법 이용하여 충남대학교 구내에 좌표를 알고 있는 고정점에 수신기를 설치하여 10초, 30초, 1분, 5분, 10분, 30분, 60분, 120분 동안의 수신자료를 각각 처리하여 이주파 수신기와 항법용 저가 수신기를 비교하여 항법용 수신기의 정밀도를 평가했다. 절대측위에 있어서는 Trimble 4800 수신기와 Garmin 수신기를 이용하였으며, Trimble 4800 데이터의 자료처리는 Gpsurvey 2.35을 이용하였으며, Garmin 수신기의 자료는 NMEA Format으로 제공되므로 별도의 처리 없이 경위도 좌표성과를 얻을 수 있으므로 각각의 수신기에서 얻어진 위치 정확도를 비교하였다.

또한 상대측위에 있어서는 이주파 수신기의 경우는 충남대학교 내의 고정점과 상시관측소를 연결하여 실시하였으며, Garmin 수신기의 경우는 Beacon을 이용하여 실시하였다. 수신 시간에 따른 상대 측위정확도를 알아보기 위해 각각의 수신자료를 1분 5분 10분 30분 60분 120분 동안을 얻어 고정점 위치 정확도를 비교하였다.

검증된 위치정확도는 Navigation의 활용을 위해 Garmin수신기와 이주파 수신기를 동시에 설치하고 얻어진 수신데이터를 좌표변환하여 1/5000 수치지도 상에 Microstation를 이용하여 Navigation 경로를 표시하였다. 얻어진 Navigaton 경로를 통해 Code 만을 이용하는 Garmin 수신기의 문제점을 파악하고 정밀도 향상을 위해 Beacon의 활용과 상대측위의 활용을 비교·분석한다,

또한 Beacon 수신기 없이 Navigation 정확도를 향상하기 위해서는 실시간 상대측위가 필요하므로 Code만을 이용한 실시간 상대측위를 실시하여 저가 수신기의 정확도를 향상하고자 하였다.

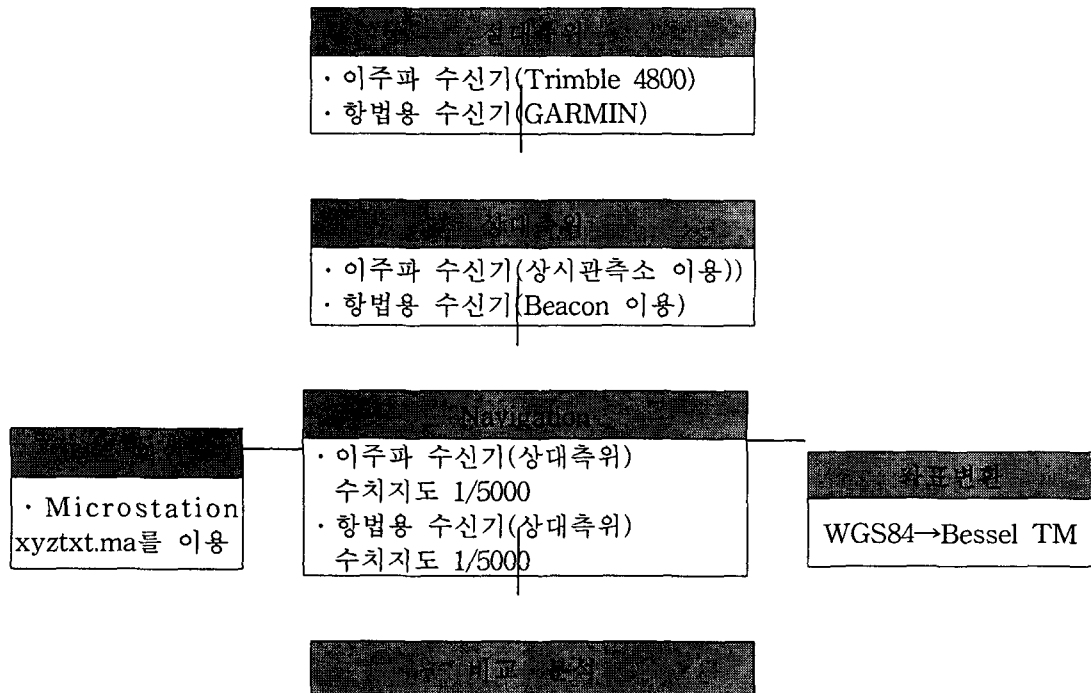


그림 1. 연구 흐름도

4. 실험 및 결과

Code만을 이용하는 Navigation용 저가 수신기의 정확도를 알아보기 위해 충남대학교 교내 기지점에 Garmin 수신기와 trimble 4800수신기를 이용하여 절대측위와 상대측위를 실시하였다. Elevation Mask 13.로 하고 데이터 저장간격은 1초로 하였으며, 상대측위의 경우 Garmin 수신기는 Beacon을 사용하고 이주파 수신기는 상시관측 데이터를 이용하였다.

또한 Navigation의 정확도를 알아보기 위해서 1/5000 수치지도를 이용 Navigation 경로추적은 Microstation의 XYZtxt.ma를 이용하였다. 수신된 데이터는 WGS84 좌표로 주어지므로 수치지도상에 경로추적을 위해서는 좌표변환하여 사용하였다.



그림 2. 기지점 절대, 상대측위 실험



그림 3. GPS를 이용한 Navigation 실험

표 2. GPS 데이터의 기지점 편차량 비교

단위(m)

	trimble 4700				Garmin			
	X	Y	dx	dy	X	Y	dx	dy
120분	318205.5268	231335.4453	0.0729	-0.2136	318210.0743	231334.5518	-4.4746	0.6799
60분	318205.6533	231335.4003	-0.0536	-0.1686	318210.0827	231334.6518	-4.483	0.5799
30분	318205.5991	231335.3242	0.0006	-0.0925	318210.0977	231334.5587	-4.498	0.673
10분	318205.6277	231335.0566	-0.028	0.1751	318211.0026	231334.1845	-5.4029	1.0472
5분	318204.8738	231335.1573	0.7259	0.0744	318210.0537	231334.277	-4.454	0.9547
1분	318204.9011	231335.2258	0.6986	0.0059	318211.0326	231334.4518	-5.4329	0.7799
30초	318204.8964	231335.4599	0.7033	-0.2282	318210.9183	231334.1561	-5.3186	1.0756
20초	318205.0541	231335.4217	0.5456	-0.19	318211.1029	231334.0433	-5.5032	1.1884
10초	318205.0986	231335.3742	0.5011	-0.1425	318211.4533	231334.7803	-5.8536	0.4514



그림 4. 단독측위 Navigation 결과(1/5000)



그림 5. DGPS Navigation 결과 (1/5000)

5. 결론

GPS 이주파 수신기와 항법용 저가수신기를 이용하여 절대측위와 상대측위 결과를 비교 분석하고 1/5000 수치지도 상에 Navigation을 구현한 결과 Code만을 이용하는 단독측위의 경우는 수치지도 상에 많은 부분이 이탈이 나타났으며, Beacon을 이용한 보정방법과 상대측위를 이용한 경우는 Navigation의 정확도가 향상됨을 알 수 있었다. 향후 무선인터넷을 통한 상대측위가 일반화되면 항법에 있어 Beacon의 사용 없이 상대측위의 활용이 극대화 될 것으로 기대된다.

참고문헌

- 1) 강준목, 이용욱, 이은수, "GPS 반송파 위상 변화에 따른 코드 의사거리 보정" 대한토목학회논문집, 제20권 제 4-D호, pp. 447—455, 2000
- 2) Hofmann-Wellenhof. B Lichtenegger. H, and Collins. J "GPS Theory and Practies" 1997, pp.258-256
- 3) H.Irie, "A Low Cost DGPS Navigation for Mobile Robert" ION GPS 2002 Vol.Ⅱ-5-7
- 4) [Http://www.wsrcc.com/wolfgang/gps/dgps-ip.html](http://www.wsrcc.com/wolfgang/gps/dgps-ip.html)