

# Indoor GPS 수신기 정밀도에 관한 연구

## Research about Indoor GPS receiver accuracy

정지안 · 장용구 · 강인준

Jeong, Ji An · Jang Yong Gu · Kang, In Joon

학생회원 · 부산대학교 대학원 토목공학과 석사과정(공학사 · jjan00@nate.com)

정회원 · 한국건설기술연구원 GIS/LBS연구센터 선임연구원(공학박사 · wkddydrn@kict.re.kr)

정회원 · 부산대학교 토목공학과 교수(공학박사 · jkang@pusan.ac.kr)

### 요 약

GPS(Global Positioning System)는 이미 전 세계적으로 다양한 응용분야를 가지고 널리 사용되고 있다.

그러나 현재 지구 주위를 운항하고 있는 24개의 GPS 위성으로 지상 어느 곳에서나 24시간 동안 위성신호를 수신할 수 있게 되었지만 고층 빌딩과 같은 도심 계곡, 복잡한 한국지형, 산악지역 등에서의 위성 장애물에 의한 신호의 차단으로 한계가 발생하고 있다.

NAVSYNC의 CW25 GPS 수신기는  $-156\text{dBm}$ 이하의 신호강도에서도 확실한 위치 fix가 가능하고, 이러한 능력은 도심지나, 울창한 숲과 심지어는 건물 안과 같이 신호가 미약한 지역에서도 사용될 수 있다.

이에 본 연구에서는 Indoor GPS 수신기를 이용하여 측지분야에서 검증된 GPS측량방법을 통해 수신 데이터를 비교·분석하고 수신기의 정밀도에 관한 연구를 하고자 한다.

### 1. 서 론

본 연구는 GPS 측량이 활성화된 현 시점에서 GPS의 한계 중 위성과 지상 수신기 사이의 시통의 확보가 중요하다.

시통의 확보가 어려울 경우 장애물을 처리 후 측량을 해야 하거나 장애물을 우회해서 측량을 해야 한다.

대부분 시통의 확보가 어려운 경우 위성 장애물로 인하여 각 위성에서 송신되고

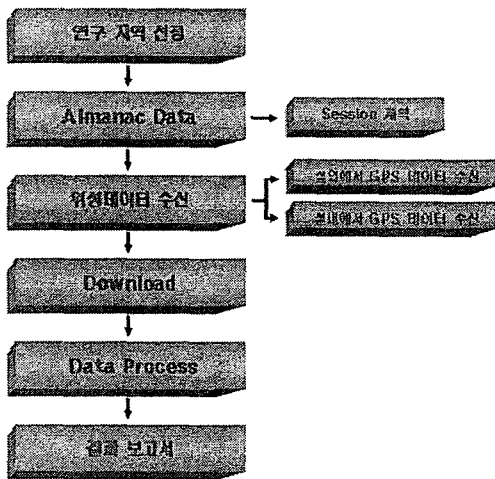
있는 신호를 지상에서 수신하지 못하는 경우로 도심지나, 울창한 숲과 심지어는 건물 안과 같이 신호가 미약한 지역에서 GPS 수신기만을 사용하여 수신데이터를 받기에는 거의 불가능하다.

보통의 GPS 시스템들은  $-176\text{dBW}$ ( $-146\text{dBm}$ )의 아래로 위성들을 추적 할 수 없다.

그러나 NAVSYNC의 CW25 GPS 수신기는  $-186\text{dBW}$ ( $-156\text{dBm}$ )에까지 추적 할 수 있다.

이에 본 연구에서는 Indoor GPS 수신기를 이용하여 측지분야에서 검증된 GPS측량방법을 통해 수신 데이터를 비교·분석하고 수신기의 정밀도에 관한 연구를 하고자 한다.

## 2. 연구 방법 및 내용



[그림 2.1] 작업 순서도

본 연구의 일정은 먼저 CW25 GPS 수신기와 GM11 GPS 수신기를 사용하여 최종적인 성과물인 Indoor GPS 수신기 정밀도를 검토 하는 것이다.

먼저 CW25 GPS 수신기와 GM11 GPS 수신기를 가지고 부산대학교 교내 운동장의 GPS 기선장에서 CW25 GPS 수신기와 GM11 GPS 수신기 데이터를 수집한다. 저장된 NMEA 0183 sentence를 TM좌표로 변환하고, 필요한 데이터로 Processing 한다. Processing 데이터로 좌표 점 개수를 확인하고, DOP를 비교·검토하여 본다.

NMEA Format중 GPGGA의 7번은 position이 결정됐느냐를 가리킨다. 만약 0 이라면 계산된 위치를 믿을 수 없으므로 사용될 수 없다. 처음 컷을 때나 위성신호

가 잘 수신이 안 되는 지역에서 흔히 볼 수 있다. 1번이나 그 외의 숫자일 경우는 사용 가능하다.

좌표변환 중에 1번이 아닌 0일 경우에는 변환을 하지 않고 Null 처리한다.

좌표 개수를 확인하려 하는 이유는 CW25 GPS 수신기의 경우 다른 GPS수신기에 비해 위성수신 신호를 38,400bps 속도로 전송한다.

연산자의 수가 얼마나 되느냐에 따라서 GPS 데이터를 처리 할 수 있는 속도와 데이터의 양이 틀린다.

본 연구에서는 좌표의 개수를 확인하는 것을 GPS 수신기의 정밀도를 검증하는 한 방법으로 선택하였다.

DOP를 확인하려 하는 이유는 Almanac Data를 확인하여 최적의 GPS 위성 관측 시간대를 결정하였다.

두 대의 GPS 수신기를 가지고 위성데이터를 수신하여 DOP를 비교·검증하여 정밀도를 검증하려 한다.

마지막으로 CW25 GPS 수신기와 GM11 GPS 수신기를 사용하여 부산대학교 지형정보연구실 내에서 데이터를 수집하여 정밀도를 비교·분석하여 연구를 마무리 한다.

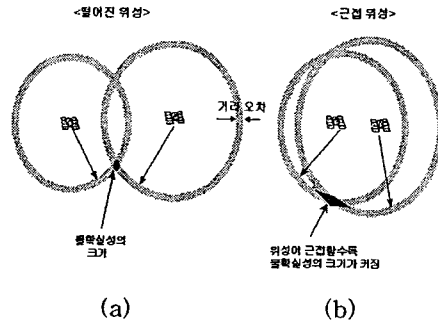
## 3. 기본이론

### 3.1 DOP(Dilution of Precision)

GPS 위성측량에 있어서 위성의 시계오차, 위성 궤도 정보 오차, 전리층과 대류권의 굴절오차, 수신기 잡음, 멀티패스(multi-path)에 의한 오차, 그리고 가장 영향이 많은 S/A 등과 같은 여러 가지 오차 원으로부터 모든 형태의 GPS 위치결정 정도가 떨어지게 된다.

오차는 각 요소로 발생하는 오차의 합으

로 이루어지기 때문에 결국 오차의 합은 증가하게 된다. 이러한 오차를 최소한으로 하기 위하여 위성의 배치상황 등 여러 요소를 고려하여 최적의 GPS 위성 관측 시간대를 결정할 수 있다. 그 기준이 되는 것이 Dilution of Precision(DOP)으로 1에서 6까지의 수치로 나타내고 있다. 이러한 DOP의 수치가 낮을수록 위성의 기하 배치가 좋기 때문에 [그림 3.1]의 (a)와 같이 위치의 모호성을 나타내는 겹치는 부분의 면적이 작기 때문에 높은 정도를 얻을 수 있고 (b)와 같이 그 수치가 높을수록 정도는 떨어진다.



[그림 3.1] 위성의 기하배치 (DOP)

DOP의 종류를 살펴보면 전체적인 DOP을 나타내는 GDOP(Geometric Dilution of Precision)이 있고, 가장 일반적으로 사용되는 3차원의 정도를 나타내는 PDOP(Precision Dilution of Precision)과 2차원의 수평면에 대한 정도를 나타내는 HDOP(Horizontal Dilution of Precision)이 있다. HDOP은 수직(높이)에 대한 고려를 하지 않기 때문에 PDOP에 비하여 상대적으로 낮은 수치를 나타낸다.

그리고, 단지 높이에 대한 고려만 하는 VDOP(Vertical Dilution of Precision)과 시간에 대한 TDOP(Time Dilution of Precision)이 있다.

이러한 DOP의 수치는 [표 3.1]와 같이 그 수치가 2 이하인 경우가 가장 좋으나 이러한 위성배치는 좀처럼 이루어지지 않는다. 일반적으로 2~3 정도의 DOP 수치가 나타나면 아주 좋은 상태라고 판단하여도 되고, 또한 DOP의 수치가 4 이하인 경우에는 사용하고 있는 장비의 정도로 관측을 실시할 수 있다.

정 도	DOP 수치
아주 양호	1 - 3
양 호	4 - 5
보 통	6
나쁨	>6

[표 3.1] DOP 수치별 관측 정도

DOP의 수치가 4 혹은 5의 경우에는 보통의 경우로 아주 정도가 좋은 장비에 한하여 사용할 수 있으며, 6인 경우에는 일반적으로 항법용으로 사용할 수 있는 아주 낮은 정도의 자료를 수집할 수 있다. 그러나 DOP의 수치가 6을 초과하게 되면 위성 신호를 수신할 수 있더라도 정확도는 크게 떨어진다.

### 3.2 NMEA 0183 Format

NMEA는 미국의 National Marine Electronics Association의 약자로, 해양관련 장비의 인터페이스 프로토콜의 표준으로 사용되고 있다.

GPS 장치에 있어서도 이 NMEA 0183 프로토콜이 국제표준으로 되어있어, 대다수의 GPS장치들이 이 NMEA 0183 인터페이스를 지원하고 있다.

[표 3.2][표 3.3]에서 보는 바와 같이 Sentence ID 다음에 Data list가 위치하며 마지막에 Checksum 값이 위치한다. Sentence ID는 다음에 위치할 자료의 종류가 무엇인가를 나타내며 Checksum은 \$와 \*사이의 각 문자들의 XOR 연산 값을 나타낸다. GPS에서 Sentence ID로 \$GPGGA, \$GPRMC, \$GPGSA, \$GPGSV 등이 있으며, 이들은 수신되는 GPS 위성 에 대한 정보 및 수신기 위치정보 그리고 위성의 배치상태, DOP, 위성 개수 등에 관련된 세부정보를 포함한다.

\$GPGGA,052.503,667.3514,103174,N,12904.536614,E,1,8,1.02,128.862,M,25.285,M,0.0,0000,0000.00,0000.00,M,0.0,0000,0000.00

Name	Example Data	Description
Sentence Identifier	\$GPGGA	Global Positioning System Fix Data
Time	052503.667	UTC
Latitude	3514.103174,N	25° 14.103174' N or 35° 14' 8" N
Longitude	12904.536614,E	12° 504.536614' E or 27° 4' 32" W
Fix Quality	1	Data is from a GPS fix - 0 = Invalid - 1 = GPS fix - 2 = DGPS fix
Number of Satellites	8	8 Satellites are in view
Horizontal Dilution of Precision (HDOP)	1.02	Relative accuracy of horizontal position
Altitude	128.862,M	128.862 meters above mean sea level
Height of antenna above WGS84 ellipsoid	25.285,M	25.285 meters
Time since last DGPS update	blank	No last update
DGPS reference station id	blank	No station id
Checksum	*50	Used by program to check for transmission errors

[표 3.2] \$GPGGA Format

\$GPGSA,A,3,02,04,10,29,24,08,06,26,....,1,70,1.02,1,35\*00

Name	Example Data	Description
Sentence Identifier	\$GPGSA	NMEA sentence header (Satellite Data)
Mode	A,3	A= Automatic switching 2D/3D M= Manually fixed 2D/3D
PRN	2	Fix Status: 1 = No fix 2 = Standard GPS 3 = Differential GPS
PRN	04,10,29,24,08,06,26,....	Satellites in use, null for unused fields
HDOP	1.70	2-D Horizontal Dilution of Precision (00.0 to 99.9)
VDOP	1.02	Vertical Dilution of Precision (00.0 to 99.9)
PDOP	1.02	3-D Position Dilution of Precision (00.0 to 99.9)
Checksum	*00	Message checksum in hexadecimal

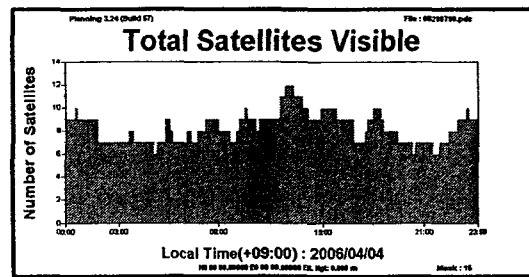
[표 3.3] \$GPGSA Format

#### 4. 실험

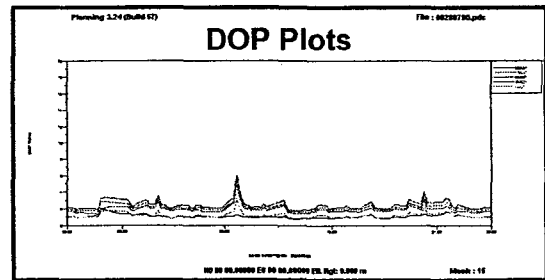
CW25 GPS 수신기와 GM11 GPS 수신기

를 사용하여 정밀도를 검토하기 위해 측량 전일의 Almanac Data를 이용하여 해당측량 지역의 위성상태를 점검하여 최적의 관측시간을 파악하였다.

[그림 4.1]과 [그림 4.2]와 같이 11시~15시와 16시~19시까지 위성의 개수가 평균 7~12개, DOP(Dilution of Precision)가 3이하 이어서 최적의 시간을 파악하여 측량을 실시하였다.

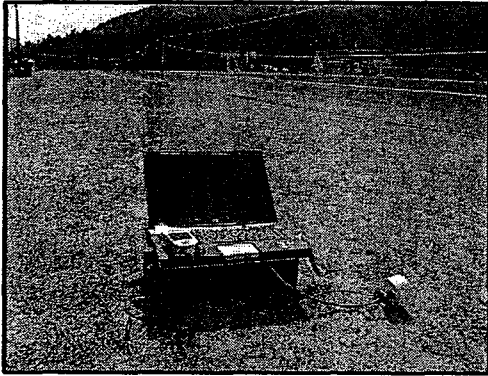


[그림 4.1] Total Satellites Visible



[그림 4.2] DOP Plots

연구지역으로는 부산대학교 대운동장의 GPS 기선장으로 선정하여 30분간 데이터를 수신하였다. (14시~14시30분)



[그림 4.3] 운동장에서 수신 데이터를 받는 모습 1



[그림 4.4] 운동장에서 수신 데이터를 받는 모습 2

실내에서 30분간 수신 데이터를 받았다.  
(18시20분~18시50분)

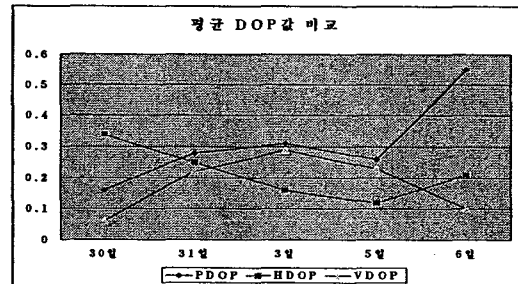
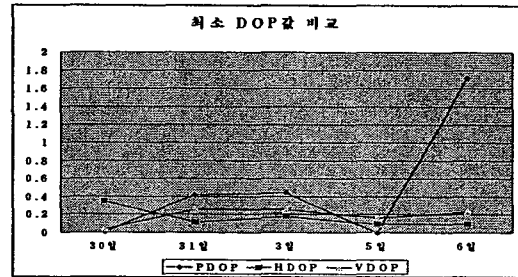
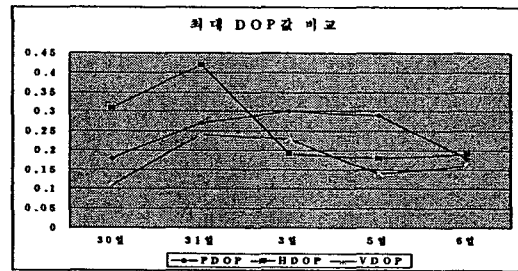


[그림 4.5] 실내에서 수신 데이터를 받는 모습

GPS로 얻어진 WGS84좌표를 Bessel TM  
으로 좌표 변환해야 하므로 좌표변환 프

로그램을 이용하여 좌표변환을 실시하였  
다. 이렇게 좌표 변환된 위치 데이터는  
\*.txt로 저장하고 Microsoft office Excel로  
변환 후 좌표 점 개수와 DOP(Dilution of  
Precision)를 비교한다.

Field에서 수신 받은 데이터를 최종적으로  
분석하여 전체적으로 평균을 내어 비교하  
였다.



실내에서 받은 수신 데이터의 최대  
PDOP, HDOP, VDOP의 값이 높은 이유  
는 감지하는 위성의 수가 4대 이상이어야  
좋은 데이터를 받을 수가 있는데 감지하  
는 위성의 수가 3대 이하로 수신 될 때의  
값이 최대 99.99의 값이 나온다.

평균을 구할 때에는 최대의 값은 무시하

고 평균을 구하였다.

**실내에서 수신 받은 데이터 값의 평균값**

	PDOP	HDOP	VDOP
최대	99.99	64.98	93.81
최소	3.08	2.22	2.1
평균	4.67	2.81	2.90

**Field에서 받은 GPS의 수신 데이터의 좌표 변환 후 좌표 점 개수 비교**

	30일	31일	3일	5일	6일
CW25 GPS 수신기	1757개	1736개	1751개	1743개	1764개
GM11 GPS 수신기	149개	144개	140개	135개	154개

**실내에서 받은 GPS의 수신 데이터의 좌표 변환 후 좌표 점 개수 비교**

	30일	31일	3일	5일	6일
CW25 GPS 수신기	1495개	1506개	1520개	1515개	1523개
GM11 GPS 수신기	0개	0개	0개	0개	0개

**5. 결론**

Indoor GPS 수신기의 정밀도에 관한 연구에 대한 비교·분석 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. Field에서의 CW25 GPS수신기는 최대 PDOP가 2.12, 최소 PDOP가 1.76, 평균 DOP가 1.71이 나왔으며 GM11 GPS수신기는 최대 PDOP가 2.30, 최소 PDOP가 1.72, 평균 DOP가 2.07이 나왔다. 그리고 좌표변환 후 좌표 점 개수를 분석한 결과 Field에서 받은 CW25 GPS수신기는 평균 1750개가 나왔으며 GM11 GPS수신기는 평균 144개가 나왔다.
2. 실내에서 받은 데이터를 분석한 결과 CW25 GPS수신기는 평균 4대의 위성을 감지하였으며 평균 DOP 또한 PDOP 4.67,

HDOP 2.81, VDOP 2.90이 나왔으며 좌표 점 개수는 1512개로 실내에서도 양호한 데이터를 받을 수 있었다.

3. 건물 안과 같이 신호가 미약한 지역에서도 데이터를 받을 수 있다는 것을 확인할 수 있었고 향후 보정에 대한 연구로 좀 더 높은 정밀도를 얻을 수 있을 것으로 기대된다.

**참고문헌**

1. 강인준, (2003) 측량지형정보공학 I, 문운당, pp.399~ pp.401
2. NAVSync "CW25 User Manual"
3. 강준목, 조성호, 임태형, "상용 GPS수신기의 Navigation정확도 향상에 관한 연구" 2003 대한토목학회 정기학술대회 논문집 pp.4283~ pp.4286
4. 강준목, 조성호, 임태형, 강기석, "Navigation을 위한 저가 GPS 수신기 정확도 향상을 위한 연구" 2003 한국측량학회 춘계학술발표회 논문집 pp.433-441
5. 임승현, 김형준, 전형섭, 조기성, "Mobile GIS 구현을 위한 알고리즘 및 주요 기능 개발" 2004 대한토목학회 논문집 : Vol.24 No.3D pp. 507~513