

# GPS 주기전환의 실험적 분석에 관한 연구

고광섭\* · 심재관\*\* · 최창묵\*\* · 정세모\*\*\*

A Study on Experimental Analysis of GPS EOW Rollover

Ko, Kwang Soob\* · Shim, Jae Kwan\*\* · Choi, Chang Mook\*\* · Chung, Se Mo\*\*\*

Abstract	III. GPS 데이터 측정 및 분석
I. 서론	3.1 측정방법 및 시스템 구성
II. EOW 원리	3.2 결과 및 분석
2.1 GPS 시간	IV. 결론
2.2 GPS WN(Week Number)	참고문헌
2.3 Rollover	

## Abstract

This paper is concerned with the experimental analysis of EOW(End-of-Week) rollover. The GPS EOW Rollover happens every 20 years. Because GPS time, counted in weeks, started counting Jan. 6, 1980, the GPS week will rollover from week 1023 to 0000 at midnight between Aug. 21 and 22. This is significant because it is the first EOW rollover since the GPS constellation was established and it could be interpreted as an invalid date in receivers that were not designed to meet GPS specification. We analyzed GPS data of the noncompliant receivers and the compliant receiver. It was concluded that all receivers had not serious problems during or after the rollover.

## I. 서론

정밀 위치 정보 획득 시스템인 GPS(Global Positioning System) 위성항법 시스템은 개발 초

기 위성발사 시간체계를 1980년 1월 6일 00시(UTC 기준)부터 12일까지를 1주(week)로 시작하여 1024 번째 주가 되는 1999년 8월 22일 00시(23:59:47, UTC)에 시간주기가 종료되도록 설계

\* 해군사관학교 · 군사과학대학원 교수  
\*\* 군사과학대학원 석사과정  
\*\*\* 한국해양대학교 교수

되었다. 이는 최초 GPS 수신기 개발 당시 대역폭과 비용문제 등으로 주 단위로 표시되는 시간데이터의 최대용량을 10비트만으로 할당, 최대 1023주까지만 표시할 수 있도록 설계돼 있는 데에서 비롯되었다.

연도를 단지 00년 2자리만을 사용하여 만들어진 컴퓨터들이 2000년 1월 1일에 1900년 1월 1일 또는, 또 다른 어느 날로 인식할 지 모르는 Y2K, 밀레니엄 버그와 유사한 EOW(End of Week) Rollover는 시간과 관련된 문제라는 점에서, 그리고 Y2K보다 132일 먼저 발생한다는 데 큰 의미를 두고 있다. 또한 GPS 시간정보가 잘못되면 위성의 위치계산에 오차가 일어나고, 이는 곧 항공기나 선박 등 수신자의 위치계산에도 직·간접적인 영향을 미치고, 부정확한 위치정보를 제공하게 되어 자칫 대형사고를 야기할 수 있다. 그 외에도 GPS는 선박의 위치파악 및 어군탐지 등에 활용하고 있어 항해목적지 예측에 오차가 발생할 수 있고, 선박의 위치 및 선박 사고시 수색 및 구조에 지장을 초래할 수 있다. 또 어장의 위치파악이 어려워지고 타국의 배타적 경제수역 침범 등이 우려된다.

이에 따라, 정부차원에서와 사업자 부문에서 소프트웨어 날짜 오차 교정, GPS 수신기 Firmware Upgrade 등 많은 관심을 기울여 온 결과, 4 - 5년 전 이후 제품은 문제가 발생치 않을 것이라는 발표가 있었다.

사실, 우리 주위의 Rollover 는 EOW Rollover가 처음은 아니다. 매주 발생하는 TOW(Time of Week) Count나 매일 발생하는 TOD(Time of Day) Count에서 계수 산술방식(Modular Arithmetic)에 의해 나타나고 있다. 그래서 특별한 문제가 발생하리라고는 생각하지 않지만, Y2K와 유사하게 날짜 인식 혼돈을 초래하거나 위성위치 데이터의 부정확성으로 계산거부, 연동장비의 작동거부 등이 발생할 것이 예상된다.

본 연구는 Upgrade된 수신기(Novatel GNSS 수신기:GPS+GLONASS)와 Upgrade 되지 않은 수신기(Novatel 및 Motorola GPS 수신기)로 분류하여 실시간 GPS 데이터를 측정하여 주기전환 전·후의 특이성을 파악하고 분석함으로써 Y2K 및 제 2

의 EOW에 대비한 기초자료를 얻기 위하여 시도되었다.

## II. GPS 시간차 및 주기전환 원리

### 2.1 GPS 시간차

GPS 위성에서 송신되는 위성신호는 GPS 체계에서 사용되고 있는 고유의 시간체계에 따라 발사된다. GPS 시간은 모든 위성 감시국 시계와 위성 탑재된 원자시계로부터 얻어지며 UTC의 100만분의 1초 이내로 유지된다.

UTC는 230개의 원자시계로부터 얻어지며, 표준 하루 평균 시간을 846,400초로 정의했던 1900년보다 매일 2 밀리초씩 차이가 난다. 2밀리초의 시간차는 1년에 대략 0.7초 정도이다. 따라서 UTC를 태양에 대한 지구 회전주기와 일치시키기 위해 UTC에 초도약(Leap second Jump)을 삽입한다.

그러나, UTC와는 달리 GPS 시간체계에서는 초도약을 택하지 않고 1980년 UTC와 일치하여 GPS 시간을 시작하였기 때문에 주기전환이 발생하는 1999년 8월 22일 GPS 시간기준 자정의 시간은 1980년 UTC 시간과 약 13초 차이가 있는 1999년 8월 21일 23시 59분 47초가 된다.

### 2.2 GPS WN(Week Number) 및 주기전환

GPS 항법 메시지는 25개의 데이터 프레임으로 구성되어있으며, 각 프레임은 5개의 서브프레임으로 구성되어 있다. 이 서브프레임은 300비트로 되어 있으며, 각 비트는 초당 50비트씩 전송된다. 따라서 각각의 서브프레임은 6초마다 전송되고 프레임은 30초, 25개의 프레임은 750초(12.5분)에 모두 전송된다. 이 때 전송되는 첫 번째 서브프레임은 10비트의 GPS WN(Week Number)을 포함하고 0(0000000000)부터 1023 (1111111111)까지 표현한다[그림 1].

TOW(Time of Week) 카운트와 GPS 주 번호는 29비트의 Z 카운트로 결합되고, 하위의 19비트는 TOW 카운트를 상위의 10비트는 GPS 주를 나타낸다. 그리고 TOW 카운트는 매주 계수 산술방식

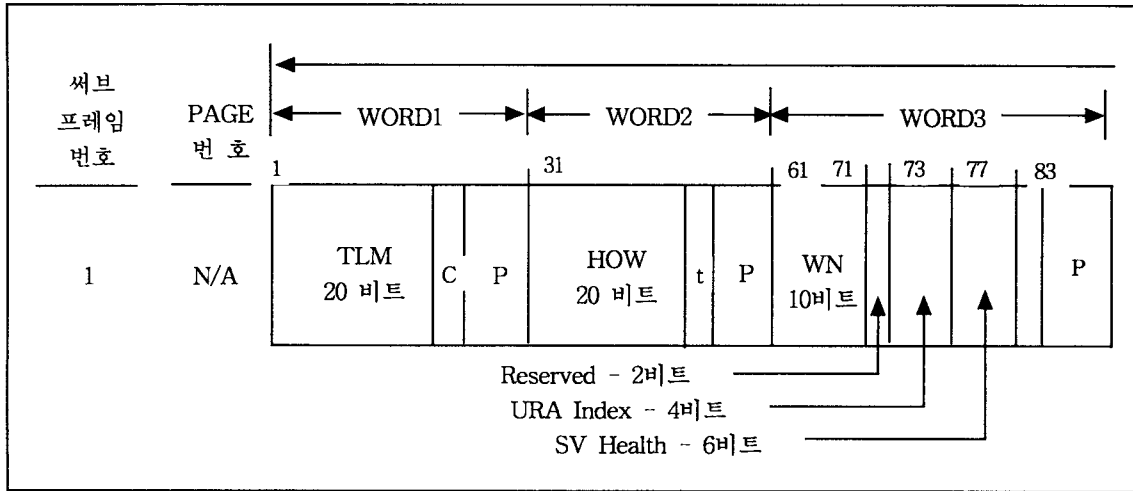


그림 1. Navigation Message의 GPS WN

(Modular Arithmetic)으로 604,800초에 재설정 되고, 이렇게 더해진 주는 0000주에서 최고 1023주까지 변하여 1024 번째 주가 되는 1999년 8월 22일 00시(GPS) 주기전환이 발생되어 다시 0000주가 되는 것이다.

따라서 GPS 1023주는 1999년 8월 15일 시작하여 8월 21일까지 지속되고 1999년 8월 22일 00시를 기준(UTC 기준 13초 이른 1999년 8월 21일 23:59:47)으로 주 번호는 영으로 되돌아가기 때문에 GPS 사용자가 수신기를 정확하게 프로그램하지 않으면 수신기가 착각을 일으켜 1980년 1월 6일로 되돌아 갈 가능성이 있다.

GPS 수신기 생산자들은 ICD-GPS-200 (Interface Control Document) 문서에 의거 수신기 수정에 노력하였고, 1994년 이후 ICD 기준에 의거 제작된 수신기는 이 문제가 발생치 않을 것으로 예상하고 있으나, 아직 GPS 운용이래 첫 주기 전환 경험을 해보지 않은 관계로 미 국방성 당국자를 비롯 관련 학자들 중 어느 누구도 확신을 하지 못하고 있다.

### III. GPS 데이터 측정 및 분석

#### 3.1 측정 방법 및 시스템 구성

본 연구에서 GPS 데이터 수신은 다음과 같이

Upgrade 된 1대의 수신기와 Upgrade 되지 않은 2대의 수신기를 이용하여 수행하였다.

첫째로, Upgrade 된 Novatel GNSS 수신기(GPS와 Glonass 데이터를 동시 수신)는 GPS Week로 표현하여 데이터를 수신하였다.

둘째로, Upgrade 되지 않은 Novatel 수신기는

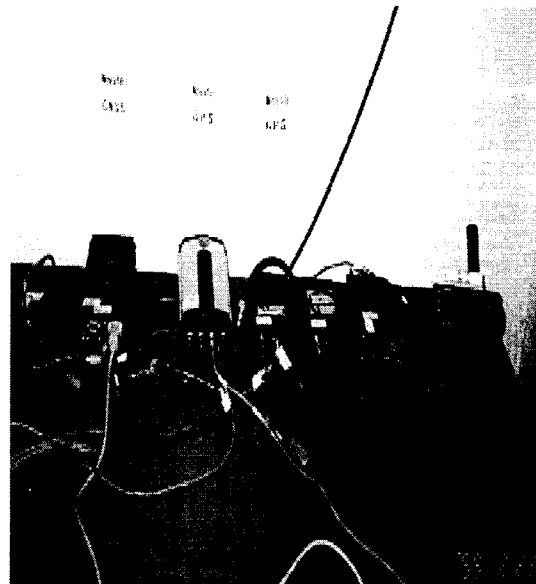


그림 2. 측정에 이용한 GPS 수신장비

GPS Week로, Motorola 수신기는 UTC로 표현하여 데이터를 수신하였다.

안테나는 연구실 옥상의 측량정점에 설치되었으며, 이 측량정점은 위도 35°07'44.980716"N( $\sigma = 0.0012$  m), 경도 128°39'54.001101"E( $\sigma = 0.0009$  m), 고도 33.786 m(MSL,  $\sigma = 0.0021$ )이다.

그림 2는 데이터 수신을 위한 장비 구성도로 #1 컴퓨터는 Novatel GNSS 수신기를 이용하여 데이터는 POSA Format(Computed Position Format) 이고, #2 컴퓨터는 Novatel GPS 수신기를 이용하여 데이터는 POSA Format(Computed Position Format)으로, #3 컴퓨터는 Motorola GPS 수신기를 이용하여 데이터는 GPGGA NMEA Format(Global Positioning System Fix 데이터 Format)으로 수신되었으며, 'GPSolution3.1' 및 'Procomm' 프로그램을 이용하였다.

### 3.2 결과 및 분석

데이터 수집은 주기전환 이전 수회에 걸쳐 동일 시간대에 사전에 예비측정을 하였으며, 주기전환 당일의 자료 수집과 분석은 국내시간 1999년 8월 22일 08시 59분 47초 이전 2000초간과 이후 2000초간의 데이터를 수집하여 모두 4000개의 데이터를 비교 분석하였다. 그림 4는 Upgrade 된 Novatel GNSS 수신기의 데이터를, 그림 5는 Upgrade 되지 않은 Novatel GPS 수신기의 데이터를, 그림 6은 Upgrade 되지 않은 Motorola GPS 수신기의 데이터를 비교하여 각각 위도-시간, 경도-시간, 고도-시간의 3종류로 도시하였고, 주기전환 되는 순간을 확대 표현하여 데이터의 변화상태를 보여주고 있다. 각 수신기별 수신 상태는 양호하였고, 위치가 심하게 변하거나 시간 데이터의 착오가 발생하는 등의 심각한 문제는 발생치 않았으나, Upgrade 되지 않은 Novatel GPS 수신기가 21일 23:59:47(UTC 기준) Rollover 순간 이전 10초에서 Rollover 이후 60초까지 같은 데이터를 받는 문제가 발생하였다. 또한 GPS Week Number가 0으로 전환되지 않고 1024로 바뀌는 일이 발생하였다. 그러나 동일 수신기로 재시도하여 정상적인 0주로

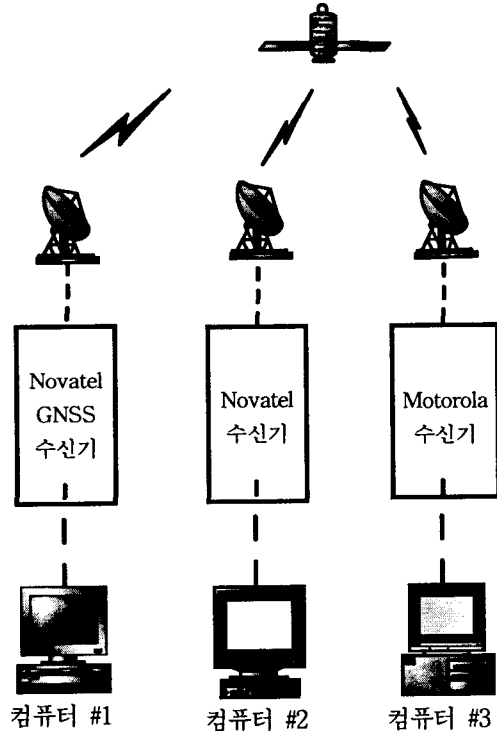


그림 3. 데이터 수신장비 구성도

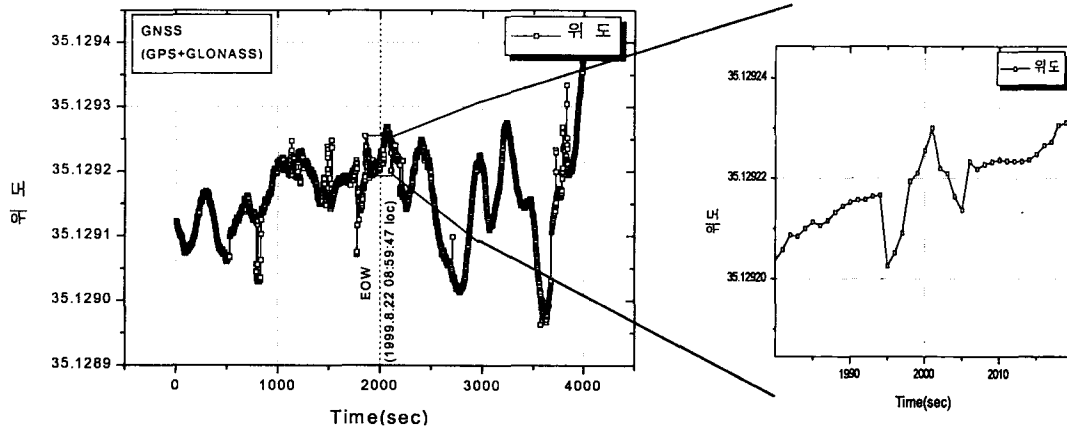
표시된 데이터를 얻을 수 있었다.

## IV. 결 론

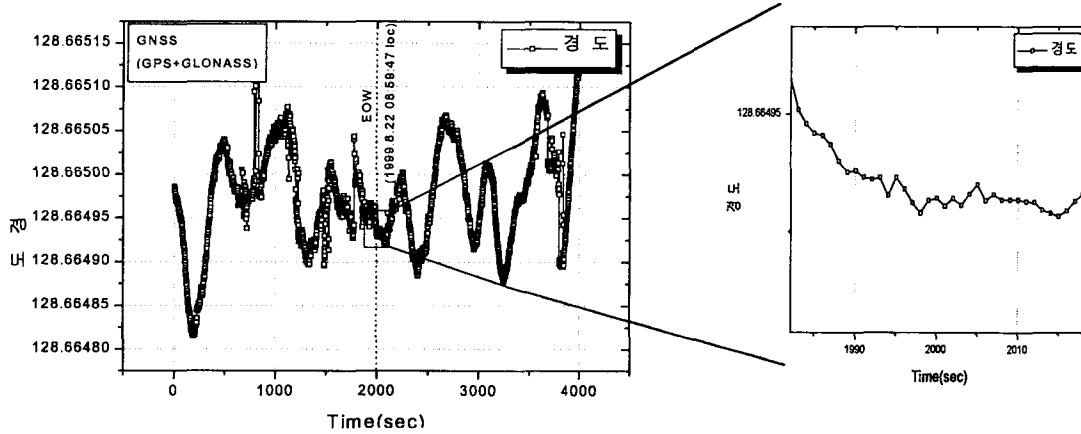
본 연구에서는 GPS의 주기전환(EOW Rollover) 전후에 발생할 수도 있는 GPS Week의 변화와 수신 데이터의 정밀성 여부를 확인하였다.

이는 장차 있을 제2, 제3의 Rollover에 대비하고, GPS EOW 발생 132일 후에 있을 연도 표기 주기전환 위기인 Y2K에 대비하고자 시도되었다.

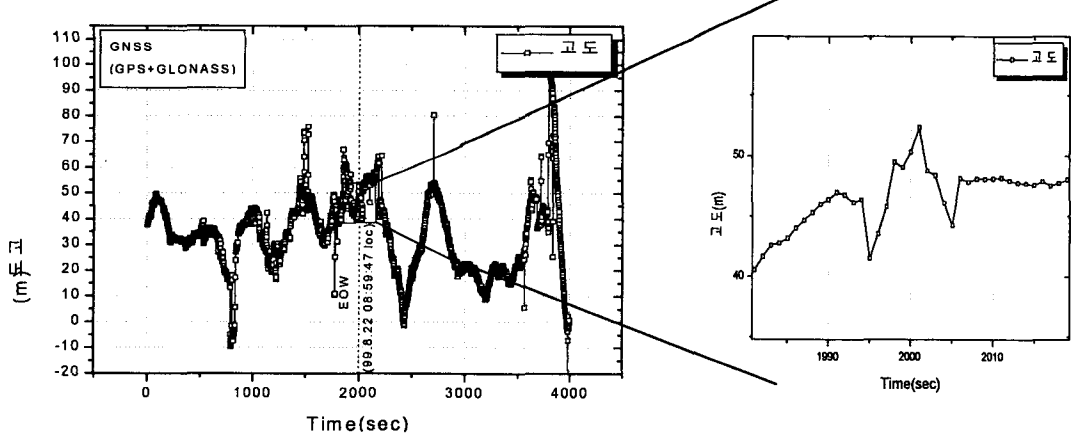
데이터의 분석결과 우려했던 데이터의 큰 변화는 확인할 수 없었지만, 1990년 초에 구입된 Novatel GPS 수신기만이 주 표기와 70초간의 데이터 고정현상이 있었을 뿐 특이한 사항이 검출되지는 않았다. 이러한 특이사항 역시 사용자 위치정보에는 큰 영향을 미치지 않을 정도라 할 수 있겠다. 즉, 많은 관련학자의 우려와 GPS 이용자의 사



(a) 위도 - 시간

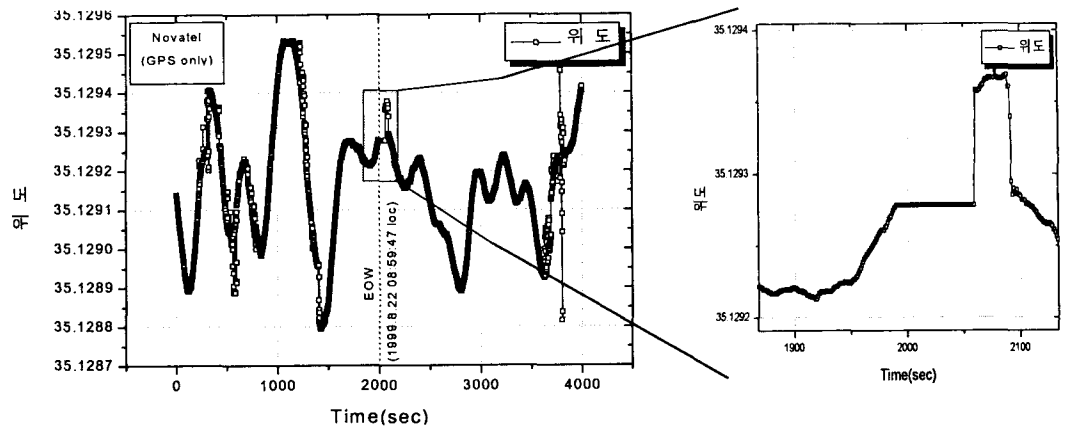


(b)경도 - 시간

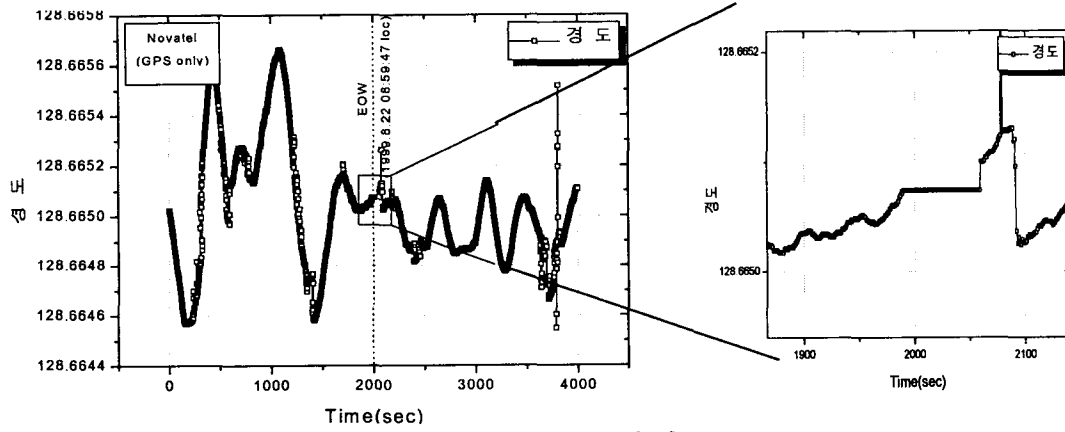


(c) 고도 - 시간

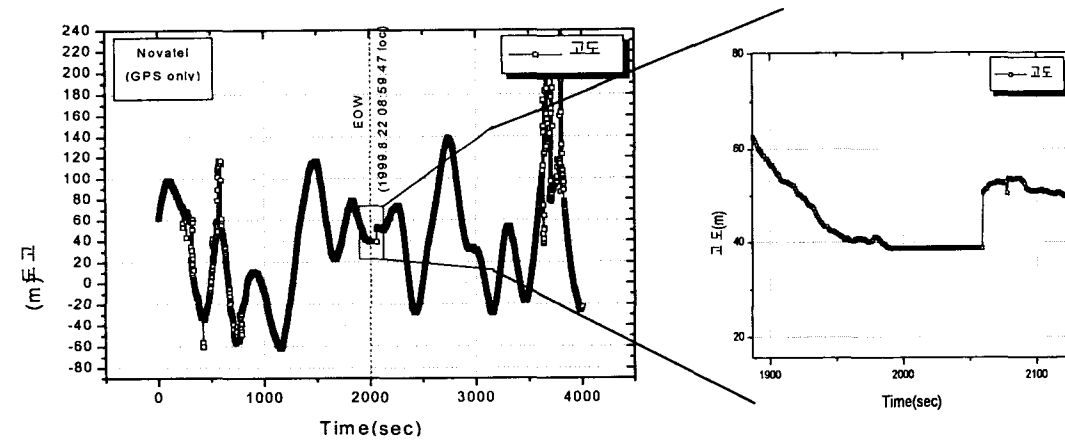
그림 4. GNSS 데이터 분석



(a) 위도 - 시간

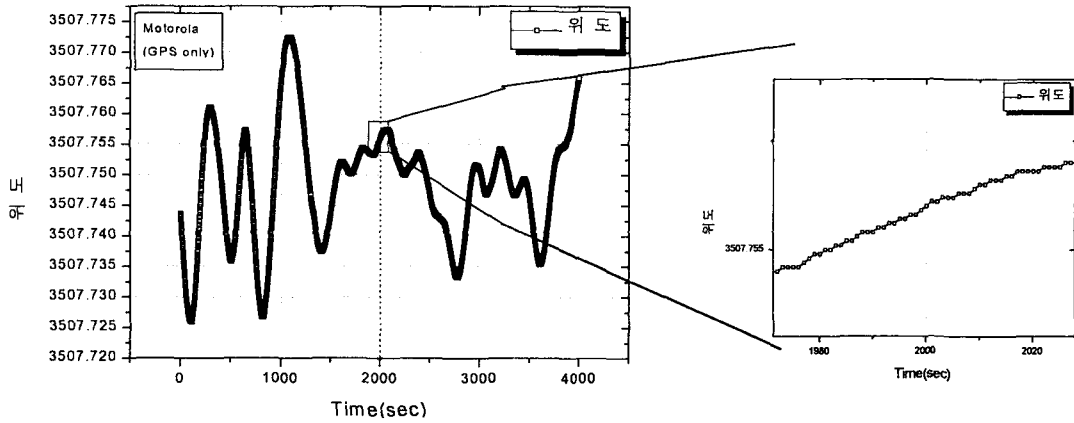


(b)경도 - 시간

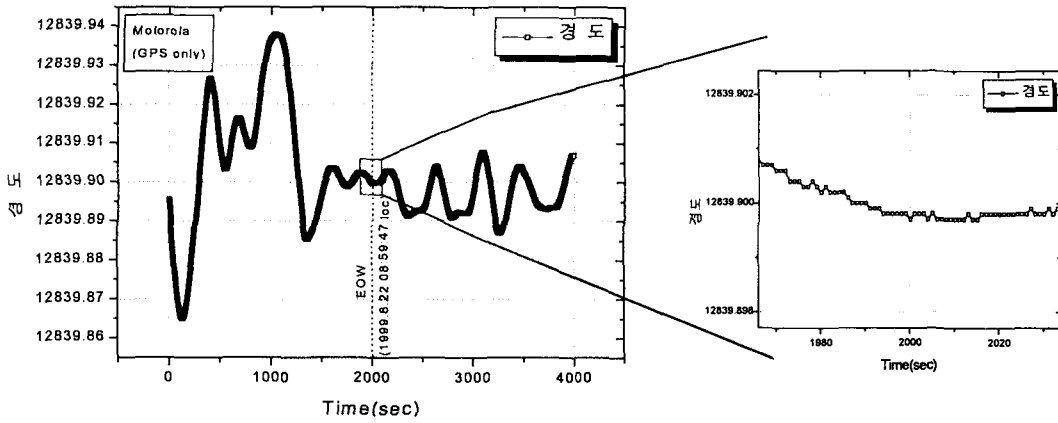


(c) 고도 - 시간

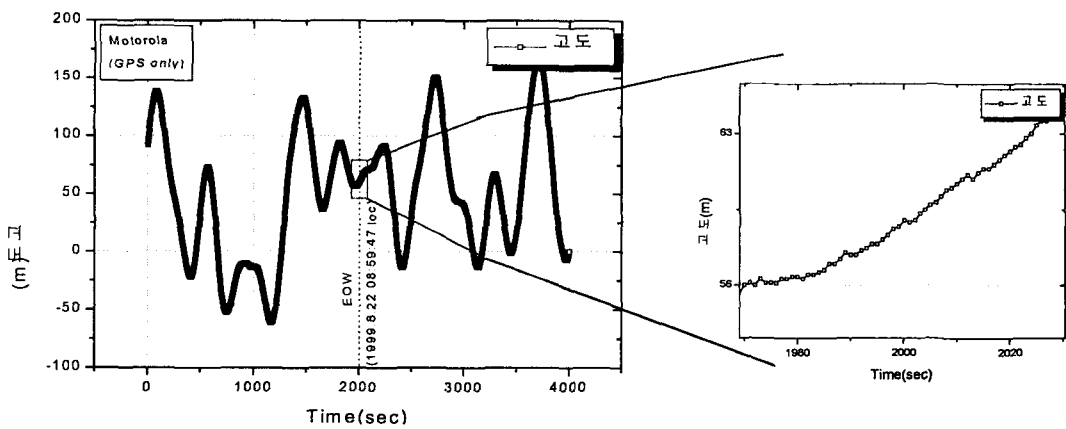
그림 5. Novatel GPS 데이터 분석



(a) 위도 - 시간



(b)경도 - 시간



(c) 고도 - 시간

그림 6. Motorola GPS 데이터 분석

고 불안감을 불러 일으켰던 GPS 주기전환(EOW)이 위치정보에 큰 오류를 발생시키지는 않는다는 것이 확인되었다.

1999년 8월 21일 23:59:47(UTC)의 GPS 주기전환 순간 전·후의 데이터는 일반적인 GPS 오차 100여 m 와 GNSS 오차 20 여m에 준 하는 결과가 수신되었다. 따라서, 제 2주기가 되는 2019년 4월 6일과 제 3주기가 되는 2038년 11월 20일에도 특별한 문제는 발생하지 않을 것으로 예상된다.

#### 참고문헌

- [1] US AirForce Materiel Command "Year 2000(Y2K) and GPS End of Week(EOW) rollover", Navstar GPS Joint Program, Seminar, 1999
- [2] USAF News, "GPS users must ensure receiver compliance", Apr. 20 1999
- [3] <http://www.laafb.af.mil/SMC/CZ/homepage/y2000/index.html>, GPS JPO <Y><2><K>
- [4] <http://www.garynorth.com/y2k/>  
"Gary North's Y2K Link & Forums"
- [5] <http://www.navcen.uscg.mil/gps/geninfo/y2k/gpsweek.htm>  
"THE GPS WEEK 1024 ROLLOVER"
- [6] <http://www.gpsworld.com/0299/1198innovation.html>  
"The GPS End-of-Week Rollover"
- [7] <http://www.sustainableworld.com/y2kgps/gpseng/index.html>  
"The Sustainable Development Reference Link"
- [8] Navstar GPS Space Segment / Navigation user interfaces, ICD-GPS-200, JPO, 1997