

## 가상 GPS 신호발생 시뮬레이터 개발에 관한 연구

고연성, 이종주, 문현호, \*차재상, 신명철  
성균관대학교, \*서울산업대학교

### A Study of a simulator development generating virtual GPS signals

Yeon-Seong Ko, Jong-Joo Lee, Hyun-Ho Moon, \*Jae-Sang Cha, Myong-Chul Shin  
Sungkyunkwan University, \*Seoul National University of Technology

**Abstract** - 현재 GPS 데이터는 항공기 운항과 선박운항, 해양활동 및 육상 운송수단 등의 광범위한 분야에서 사용 중이다. 본 논문은 이 데이터를 시간과 장소에 제약 없이 시뮬레이터를 통하여 얻을 수 있도록 하였으며, 시뮬레이터를 통하여 발생한 GPS 데이터는 현재 상용화된 GPS 수신기의 신호와 동일하다.

또한 GPS 데이터는 GPS 국제 표준 데이터인 NMEA-0183의 위치정보 프로토콜을 사용하였으며, 데이터 분석을 위한 NMEA 프로토콜의 취득은 상용 GPS 모듈을 주황 중인 실제 차량에 탑재해 취득하였으며, 신호 취득에는 RS232C통신 인터페이스를 사용하였다. 시뮬레이터의 프로그래밍은 GUI 기반의 윈도우즈 응용프로그램을 사용하여 누구나 간단한 조작만으로 차량의 위치와 속도 등의 변경이 가능하도록 구현하였다.

#### 1. 서 론

GPS(global position system)는 전세계 측위 시스템의 약어로 미국방성이 개발하여 운용중인 인공위성으로부터 수신한 Radio 신호를 이용하여 지구상, 또는 주변의 정지 및 운동하고 있는 물체의 정확한 시간을 결정하는 시스템이다[1]. 이 위성시스템의 구성은 크게 3부분(우주부분, 관제부분 및 사용자부분)으로 구성되며 각 위성은 운송과로 알려진 2개의 궤도와 2개의 코드 및 항행메세지를 가진 신호를 방송한다[2]. GPS는 운송 인공위성을 이용하여 지구상 어디에서나 기후에 영향을 받지 않고 표준 좌표계에서 위치, 속도, 시간 측정을 가능하게 해주는 강점을 가진 첨단항법체계이다. 이러한 GPS는 현재 군사용으로나 민간용으로 많은 응용분야에 사용되고 있으며 국내에서는 차량관제나 차량항법시스템, 시각동기 분야 등의 형태로 활발히 연구되고 있다[3]. 미국의 기술시장 조사기관인 ABI(Allied Business Intelligence)에 따르면 2008년까지 GPS 세계시장규모는 220억 달러 수준이 될 것이고 앞으로는 더욱 대중화될 것이라고 전망하고 있다[4].

위성 GPS 데이터를 사용하기 위해서는 시간과 장소를 소모해야 하는 실험의 한계가 있으므로 이런 한계에서 벗어나기 위해 본 논문에서 구현한 시뮬레이터에서는 위도와 경도의 입력에 따라 위치변경이 가능하고 간단한 키조작으로 속도변경을 가능하게 하였다. 또한 시뮬레이터에서 발생하는 데이터로 GPS관련 제품들의 동작이 가능 할 수 있도록 위성에서의 신호와 동일한 신호를 출력하게 하였다. 본 시뮬레이터의 출력 데이터는 수신기 제조회사 자체에서 사용하는 데이터 포맷인 binary 포맷이 아닌 국제 표준데이터 포맷인 NMEA-0183 포맷을 출력하며 이 NMEA 데이터 포맷 중, 위치 정보데이터를 담고 있는 #GPGGA 프로토콜과 #GPRMC 프로토콜 데이터를 생성하도록 하였다.

현재 상용 GPS 수신기로 얻어지는 데이터를 분석, 해석한 후 가상으로 위치와 시간을 변화시키기 위해 GPS측량에 기초가 되는 좌표계 변환 수식과 삼각함수 수식을 사용하였으며 실시간으로 변경되는 데이터를 연속으로 출력하게 프로그래밍 하였으며, GUI 기반의 윈도우즈 프로그램을 사용하여 변수 입력과 변경이 간편하게 구현하였다.

#### 2. GPS 국제 표준 데이터 NMEA-0183

해양관련 전자 장비의 인터페이스 프로토콜의 표준을 지칭하는 NMEA-0183는 위치정보와 시간 등의 데이터를 담고 있는 프로토콜로 EIA-422A 인터페이스로 출력되지만 대부분의 경우 RS-232와 호환이 가능하다. 또한 대부분의 GPS 장비는 이 프로토콜 정보를 출력한다[5]. 이 프로토콜의 전송속도는 4800 bps이고 8 data bits에 ASCII로 구성되었으며 각 프로토콜은 "\$"로 시작하며 \$ 다음으로 디바이스 ID와 데이터가 이어지는 형태로 이루어진 문자를 출력한다. 또한 각 각의 정보를 담고 있는 데이터의 구분은 콤마(,)로 이루어진다. 다음 <그림 1>은 주황 중인 차량에서 실제 GPS 모듈의 출력 데이터이다.

```
$GPGGA,035205.114,3717.6738,N,12658.5760,E,1,04,2.0,130.3,M,19.6,M,0.0,0000*7A
$GPGSA,A,3,28,17,20,04,,,,,,,,,6.0,2.0,5.6*3F
$GPRMC,035205.114,A,3717.6738,N,12658.5759,E,0.00,0.00,290107,*,*05
$GPGGA,035206.114,3717.6738,N,12658.5760,E,1,04,2.0,130.3,M,19.6,M,0.0,0000*79
$GPGSA,A,3,28,17,20,04,,,,,,,,,6.0,2.0,5.6*3F
$GPRMC,035206.114,A,3717.6738,N,12658.5759,E,0.00,0.00,290107,*,*06
$GPGGA,035207.114,3717.6738,N,12658.5760,E,1,04,2.0,130.3,M,19.6,M,0.0,0000*78
$GPGSA,A,3,28,17,20,04,,,,,,,,,6.0,2.0,5.6*3F
$GPRMC,035207.114,A,3717.6738,N,12658.5759,E,0.00,0.00,290107,*,*07
$GPGGA,035208.114,3717.6738,N,12658.5760,E,1,04,2.0,130.3,M,19.6,M,0.0,0000*77
```

<그림 1> GPS 수신기의 출력

출력된 NMEA 문장은 <그림 1>에서와 같이 \$로 시작되는 문장 형식으로 각 각의 데이터는 ","로 구분된다. 화면에서 보이는 문장 이외에도 NMEA-0183은 \$GPAAM, \$GPALM, \$GPAPA, \$GPAPB 등 등 20여 종류의 문장으로 이루어지며 각 각의 문장에는 GPS의 범위, 인공위성의 전반적인 자료, 위치 정보, 날짜와 시간 등의 정보를 나누어 담고 있다. GPS 수신기의 종류와 기능에 따라 출력되는 NMEA 문장의 종류가 조금씩 다르기 때문에 <그림 1>에서는 \$GPGGA, \$GPGSA, \$GPRMC, \$GPGSV의 디바이스 문장만이 출력되었다. 본 논문에서는 이 NMEA-0183 문장 중 신뢰성 있는 위치정보를 담고 있는 \$GPGGA와 항법 데이터를 가지는 \$GPRMC를 출력하는 시뮬레이터를 구현하였다. \$GPGGA와 \$GPRMC 문장의 구조를 보면 다음과 같다

#### <표 1> GPGGA 문장의 데이터 해석

Example :

\$GPGGA,035212.114,3717.6738,N,12658.5760,E,1,04,2.0,130.3,M,19.6,M,0.0,0000\*7C

DATA	Content
GPGGA	Global Positioning System Fix Data
035212.114	UTC Time ( hh:mm:ss.sss )
3717.6738	Latitude ( dddm.mmmm )
N	N/S Indicator ( N= north , S = south )
12658.5760	Longitude ( dddmm.mmmm )
E	E/W Indicator ( E = east , W = west )
1	Position Fix - Invalid = 0, GPS fix = 1, DGPS fix =2
04	Number of Satellites
2.0	Relative accuracy of horizontal position
130.3, M	Altitude: 130.3 meters above mean sea level
19.6, M	Height of geoid above WGS84 ellipsoid : 19.3 meters
0.0	Time since last DGPS update
0000	DGPS reference station id
*7C	checksum used by program to check for transmission errors

\$GPGGA 문장은 실험에 사용한 차량용 GPS 수신기에서 0.01초 단위로 ASCII 코드 형식으로 수신된다. 문장을 이루는 구성과 콤마로 나누어진 각 데이터간의 해석은 <표 1>과 같다.

<표 1>로 나타난 바와 같이 GPGGA 문장은 3D적인 위치 정보와 정확도의 정보를 제공하는 데이터로 세계협정시간(UTC)와 위도, 경도, 해수면에서의 고도, 지면에서의 고도, 송신 위성의 수, 위치정보의 정확도, DGPS 데이터의 여부 등의 정보를 제공한다.

\$GPRMC 문장은 NMEA의 근본적인 gps pvt(위치, 각 측정속도, 시간)을 가지는 문장으로 위치정보를 가지는 가장 최소화 된 문장이다. 구성과 해석은 다음과 같다.

#### <표 2> GPRMC 문장의 데이터 해석

Example :

\$GPRMC,041717.022,A,3716.4019,N,12700.5689,E,0.00,0.00,290107,\*,\*03

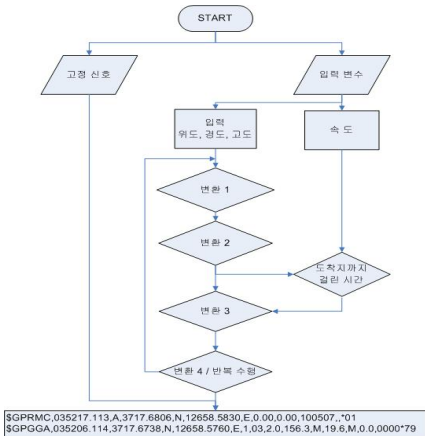
DATA	Contect
GPRMC	Recommended Minimum Specific GPS/ Transit Data
041717.022	UTC Time ( hh:mm:ss.ssss )
A	status ( A = Valid, V = Invalid )
3716.4019	Latitude ( ddm.mmmmm )
N	N/S Indicator ( N= north , S = south )
12700.5689	Longitude ( dddmm.mmmmm )
E	E/W Indicator ( E = east , W = west )
0.00	Speed over ground ( Knots )
0.00	Course over ground ( Degree )
290107	UTC Data of fix ( 2007.1.29 )
	Magnetic variation ( Degress )
	Magnetic variation ( E = east, W = west )
*03	checksum

<표2>에서 보는 바와 같이 GPRMC 문장은 시간과 현재 출력되는 값의 확실 여부, 위도와 경도, knots 단위의 속도, 북쪽을 0으로 한 진로각도와 너도나와 달, 월의 표시 등의 정보를 제공한다.

이와 같이 \$GPGGA문장과 \$GPRMC문장을 생성해 줌으로써 위치정보를 제공하는 시뮬레이터를 구현하였다.

### 3. GPS 신호발생 시뮬레이터

본 논문에서는 출발지의 위치와 도착지의 위치를 입력해주고, 속도를 변경시킬 때 속도와 거리에 변화에 따라 \$GPGGA와 \$GPRMC의 위치 정보 데이터를 실시간 연속적으로 얻을 수 있는 시뮬레이터를 개발하였다. 시뮬레이터 개발에 있어 알고리즘은 아래<그림 2>와 같다.



- 변환 1 : 입력한 측지좌표계 (위도, 경도, 고도)를 직교좌표계로 변환 수식(1),(2),(3) 참조
- 변환 2 : 변환 1에서 구한 출발지와 도착지의 직교좌표계를 거리로 변환 수식 (4) 참조
- 변환 3 : 각 좌표의 차를 도착지까지의 걸린 시간으로 나누어 데이터유추 식 X/(X/s)=Xnew
- 변환 4 : 직교좌표계를 다시 측지좌표계로 변환하고, 데이터 전송과 동시에 반복수행 수식 (5),(6),(7) 참조

<그림 2> GPS 신호발생 시뮬레이터의 알고리즘

알고리즘에서와 같이 입력변수는 4번의 변환을 거쳐 고정신호들과의 조합으로 위치 정보 신호를 출력한다. 먼저 변환 1은 입력으로 넣어준 출발지와 도착지의 두 측지좌표계(φ, λ, h)를 두 개의 직교좌표계(X, Y, Z)로의 변환하는 수식이다.

$$X = (N+h) \cos \phi \cos \lambda \quad (1)$$

$$Y = (N+h) \cos \phi \sin \lambda \quad (2)$$

$$Z = (N(1-e^2) + h) \sin \phi \quad (3)$$

여기에서,

h는 고도[m]를 말하고 N은 모유선 곡률반경으로  $a/(1-e^2 \sin^2 \phi)^{1/2}$ 이며, e는 이심률로  $f(2-f)$ 이다. 또 f는 편평률로  $(a-b)/a$ 이다. 여기서 장반경(a)은 적도반경을 단반경(b)은 극반경을 뜻하며 현재 우리나라가 따르고 있는 Bessel-기준타원체(기준이 되는 지구타원체 값)에 따라  $a = 6,378,135m$ ,  $b = 6,356,750.5m$ 의 값을 가진다.

이와 같은 수식을 이용하여 위도와 경도, 고도의 입력변수를 직교좌표계로 변환한다. 이것이 변환 1이다.

변환 2는 변환 1에서 얻은 두 직교좌표계  $(X_1, Y_1, Z_1)$ ,  $(X_2, Y_2, Z_2)$  사이의 거리를 삼각함수 공식을 이용하여 구한다.

$$L = \sqrt{(X_1 - X_2)^2 + (Y_1 - Y_2)^2 + (Z_1 - Z_2)^2} \quad (4)$$

다음으로 변환 2로 구한 두 점 사이의 거리와 입력으로 넣어준 속도와 비례식으로 도착지까지 걸린 시간을 도출하여 출발지에서 도착지까지 몇 개의 데이터가 출력되는지를 구한다. 이 때, 시뮬레이터의 자료 출력 속도는 상용 GPS와 같이 1초에 1회씩 발생하게 한다.

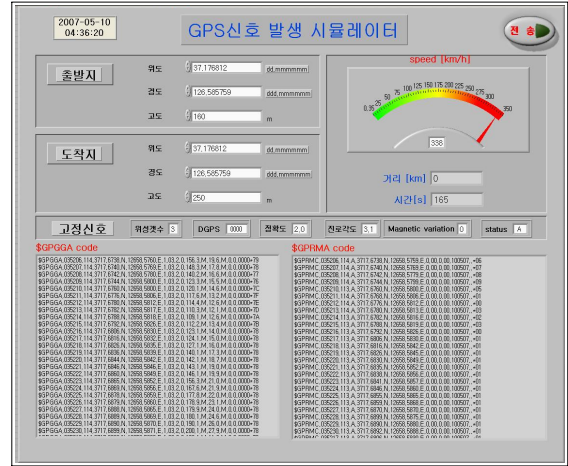
새로 발생하게 되는 데이터들은 직선 운동을 한다는 가정 하에 출발지와 도착지의 직교좌표차를 걸리는 시간(s)으로 나눈 값을 증가치로 보고 시간의 흐름에 따른 다음 직교좌표를 도출하였다. 변환 4는 직교좌표계를 다시 측지 좌표계로 변환하는 것으로 수식은 다음과 같다.

$$\tan \phi = Z / (X^2 + Y^2)^{1/2}, \quad \phi = \tan^{-1} Z / (X^2 + Y^2)^{1/2} \quad (5)$$

$$\tan \lambda = Y / X, \quad \lambda = \tan^{-1} Y / X \quad (6)$$

$$h = (X^2 + Y^2)^{1/2} / \cos \phi - N \quad (7)$$

위 수식으로 1초 단위로 증가치를 준 직교좌표를 변환하여 시간에 따라 변하여 발생하는 GPS 신호를 볼 수 있다. 이러한 알고리즘과 수식들을 통해 GUI기반의 시뮬레이터를 구현하였다.



<그림 3> GUI 환경에서의 가상 GPS 신호 시뮬레이터

<그림 3>에서와 같이 출발지의 위도, 경도, 고도와 도착지의 위도, 경도, 고도를 입력하고 속도를 변경하였을 시 그에 따른 \$GPGGA와 \$GPRMC의 문장들을 실시간으로 출력하는 시뮬레이터를 구현하였다. 세계협정시간(UTC)과 송신 위성의 수, 위치정보의 정확도, DGPS 데이터의 여부 등 위치 정보와 관계가 없는 정보는 고정 입력으로 넣었으며 변경 또한 가능하도록 하였다. 이 시뮬레이터에서 수식적용을 위한 시간은 GPS와 동일하게 UTC TIME을 따랐으며, 속도는 차량과 동일한 km/h의 단위로 설정하였다.

### 4. 결 론

본 논문에서는 위치와 속도에 따른 NMEA protocol을 출력으로 얻을 수 있는 GUI기반의 시뮬레이터를 개발하였다. 이 시뮬레이터의 개발로 얻은 표준 NMEA-0183의 GPGGA코드와 GPRMC코드는 GPS 위치 정보를 필요로 하는 각종 실험과 시뮬레이션 구현에서 활용성이 우수하고 GPS 관련 산업에서도 효과적으로 이용할 수 있을 것으로 기대된다.

향후 본 시뮬레이터의 신뢰성과 정확성을 향상하여, 지리 정보 시스템(GIS)과의 통합적 시스템을 개발하여 지도상의 장소의 입력만으로 그에 상응하는 GPS코드를 발생시키는 시뮬레이터의 개발이 필요하다.

The research was supported by the Driving Force Project for the Next Generation of Gyeonggi Provincial Government in Republic of Korea.

### [참 고 문 헌]

- [1] ITSA IT-SoC협회. "IT SOC magazine." 2007 May Vol. 18
- [2] 차득기 "GPS 측량이해 Introduction to GPS" 성림출판, 2006
- [3] 김광영 "차세대 위성통신공학" 2003년 진한도서, 2003
- [4] 차량 GPS 항법시스템 시장 동향 및 발전 전망" 정보통신연구진흥원, 2006
- [5] 성경모 · 박강철 · 김재우 "GPS/GIS 이용기술 시장진입장벽 및 유망 응용분야 분석" 한국과학기술정보연구원, 2004
- [6] Jan Van Sickle "GPS for Land Surveyors" Ann Arbor Press
- [7] "GPS Guidelines for Cadastral Surveys, OSG Technical Report 11, Graeme
- [8] David Wells, "Guide to GPS positioning system.", Van Nostrand Reinhold, New York, 1992
- [9] 최윤수, 허민 "Global Positioning System" 대한측량협회 2005년 5월
- [10] 지인인 "Global Positioning System(GPS): 원리와 응용" 재지동화사 펴냄, 2002년 2월
- [11] 성득영, "차량항법용 수치지도 데이터베이스 구축에 관한 연구", 한양대 대학원 석사학위 논문, pp.1-7, 2000