

GPS 지적기준망 모니터링

최정민 · 김병국

[인하대학교 지리정보공학과]

1. 개요

행정자치부는 GPS를 이용한 고정밀 측지망의 구축과 지각변동의 감시를 목적으로 GPS 상시관측시스템을 구축하였다. 대한민국 각지에 배치된 GPS 상시관측소에서 생산되는 GPS 관측자료는 ISDN회선 또는 일반 공중전화선을 경유하여 행자부 내의 중앙처리센터로 수집된다. 이 시스템은 GPS위성의 관측을 담당하는 GPS 상시관측소, 관측 데이터를 처리하는 GPS 중앙처리센터, 그리고 이 시스템을 통합하여 관리·처리·분석 등의 일련의 자동화 작업을 수행하는 소프트웨어로 구성되어 있다. 현재 시험가동을 마친 GPS 중앙처리센터는 자동화 운영시스템에 의하여 매일 전국에서 수신되는 GPS 자료를 수집·처리하고 있다. 지적재조사 사업의 성공적인 수행을 위하여 지속적인 위성자료의 관측과 수신된 데이터의 처리·분석·가공하여 정확한 위치좌표를 산출, 통일된 GPS 지적기준망의 구축을 위하여 전국에 30개소의 GPS 상시관측소를 설치하고 향후 50여개소로 증설할 예정으로 있다.

현재 GPS 측량기법의 실용화 방안을 위하여 각종 실험측량이 관계기관에서 연구중이며, 여기서 도출된 결과로 지적재조사사업에 소요되는 시간과 예산의 절감 방안을 모색하리라 판단된다.

이러한 목적에 부합되기 위해서는 전국에 설치된 GPS 지역관측소와 GPS 자료처리센터와의 효율적인 연계가 선행되어, GPS 데이터의 관측, 전송, 처리, 저장 등의 일련의 메커니즘이 효과적으로 운영되어야 한다. 현재 시험가동을 마친 행정자치부 국토정보센터 내에 설치된 GPS 자료처리센터는 자동화 운영시스템에 의하여 매일 전국에서 수신되는 GPS 자료를 처리하고 있다.

본 연구에서는 GPS 지적기준망의 전반적인 현황을 살펴보고, GPS 상시관측소의 관측자료를 처리하여 위치 변동량을 고찰해 보았다.

2. GPS 상시관측소 구성요소

GPS 상시관측시스템 구성의 핵심은 영구적으로 작동하는 GPS 관측국, 자료처리센터 그리고 통신지원시설 등이다. GPS 상시관측시스템의 역할은 지구물리 응용을 위한 원시 위상 자료의 제공, 기준좌표계의 유지, 측량과 동적 활용(후처리), 실시간 이동측량(RTK)을 위한 자료의 제공과 항법 보정을 위한 디퍼렌셜 GPS(DGPS) 자료의 제공 또는 이러한 응용들의 조합에 활용한다.

현재 인천을 비롯한 전국 30개소에 설치되어 있는 지역관측국은 GPS 위성 신호의 관측을 위한 GPS수신기, 안테나, 통신장치 및 전력공급장치로 구성되고, 자료처

리센터는 모든 시스템의 통제 및 관리, 데이터의 수신, 저장, 처리 및 분석을 위한 자동운영시스템으로 행정자치부 국토정보센터에 설치되어 있다.

2.1 GPS 지역관측국

GPS 위성신호의 양호한 관측을 위해서는 지역관측국의 입지조건이 중요하다. GPS 기준점은 항상 양호한 관측조건을 확보해야 하므로 평지와 같이 사방이 트인 곳에 설치한다. 우선, 위성신호의 관측조건으로 360° 모든 방향에 걸쳐서 고도 15° 이상의 장애물이 없어야 하며, 관측국 자체의 이동을 방지하기 위해서 지반이 견고한 지역을 선택하여야 한다. 또한, 전기와 통신이 연결이 100m 이내에서 공급이 가능한 곳 등을 선정해야 한다.

GPS 지역관측국의 주임무는 GPS 코드와 위상 자료를 수집하고, 다양한 응용분야에의 활용을 위하여 사용자에게 공급하는 것이다. GPS 관측국은 1일 24시간, 주 7일 동안 계속 GPS 위성신호를 관측하고 있다. 또한, 보조자료로 온도, 습도, 기압 등을 측정한다. 이러한 자료를 매일매일 통신망을 통하여 자료처리센터로 전송하고 있다.

GPS 상시관측소에서 수행하는 가장 기본적인 업무는 GPS 위성을 1년 365일 하루도 빠짐없이 24시간 관측하고 그 자료를 저장, 관리하는 작업이다. 상시관측소의 정밀좌표 결정 및 유지는 장기간에 걸친 관측자료를 처리하여 얻어지므로, 매 30초마다 측정된 관측자료를 저장하는 것이 일반적이다. 현재 GPS 상시관측소에서 운용 중인 정밀 측지용 Trimble 4000SSi 수신기는 20MByte의 메모리 용량으로 관측파일을 저장하고, 다음날 자료처리센터로 전송하고 있으며, 일정기간이 지난 파일은 수신기내부에서 자동적으로 삭제하는 기능이 포함되어 있다. 자료처리센터에서는 수신기의 관측업무 및 자료수신, 수신기 메모리 관리 등의 컴퓨터를 통하여 원격 제어하고 있다. 이 제어프로그램은 Trimble에서 제공하는 R-utility 프로그램을 이용하고 있다.

2.2 지역관측국의 이상점검

지역관측국에서 발생할 수 있는 이상 중에서 가장 빈도가 많은 사항은 통신의 이상으로 인한 관측한 자료의 다운로드 문제이다. 1000여 개의 GPS 상시관측소를 운영하고 있는 일본(GEONET)의 경우도 약 30% 가량의 관측소에서 통신이상으로 인한 장애가 발생한다는 보고가 있다. 모뎀과 TA 통신을 통하여 수신기와 중앙센터 컴퓨터간의 접속이 성공하여야만 관측자료의 취득 및 수신기 원격제어가 가능해진다. 따라서 수신기와의 통신두절은 기본적인 관측자료의 획득을 불가능하게 한다. 이러한 현상이 발생할 경우 우선적으로 수행하여야 할 조치는 통신선로 확인작업이다. GPS 수신기와 통신(모뎀 또는 TA), 통신과 컴퓨터의 연결선로를 확인하고, 각 통신포트의 통신환경 변수들이 일치되어 있는 지를 확인한다.

2.3 GPS 자료처리센터

GPS 자료처리시스템에는 자동운영처리를 위한 소프트웨어가 설치되어 다양한 방법으로 GPS 자료를 처리, 저장, 표시한다. 자료처리센터 내에 설치된 컴퓨터에서는 GPS 자료의 무결성 감시, 자료의 기록, 압축, 검색 등의 기능을 수행하고 있다. GPS 지역관측국에서 전송된 관측자료는 자료처리센터의 컴퓨터 하드디스크의 용량 및 백업을 위하여 적절한 보조기억장치에 이를 보관하고 영구 저장하고 있다. 이러한 보조기억장치로는 광자기디스크나 CD-ROM, ZIP 드라이브 등이 있으며, 향후 환경에 따라 보조기억장치를 자동적으로 관리할 수 있어야 한다. 이러한 일련의 자료처리 자동화 작업이 진행되는 동안 발생하는 모든 작업 내용들은 자료처리센터 관리자에게 보고되고 있으며, 이를 통해 자동화 작업의 결과를 확인하고 필요한 경우 적절한 조치를 취할 수 있도록 하고 있다. 자료처리센터에 있는 소프트웨어의 주요 기능은 다음과 같다.

- 관측자료의 수신 : 지역관측국의 감시기능을 포함하고 있다. 지역관측국에서 송신되는 자료가 일정한 시간에 전송이 안될 경우 적절한 조치를 취해서 자료를 수신해야한다.
- 통신망의 감시 : 통신 네트워크의 무결성, 즉 GPS 안테나 위치의 안정성, GPS 위성의 퀄리티 상태, 방송력, 코드 및 위상의 관측(싸이클 슬립과 과대오차 등) 상태의 점검, 비정상 위성과 GPS 수신기 이상을 감시한다.
- 데이터 처리업무 실시 : 관측국의 위치가 시계열(Time series)에 따라 어떻게 변화하고 있는 가를 분석한다.
- 모든 자료의 백업 등의 기능을 수행한다.

3. GPS 관측자료처리

행정자치부에서 운영하고 있는 GPS 지적기준망은 보은(BOEN), 천안(CHAN), 춘천(CHCN), 제주(CHJU), 철원(CHLW), 창녕(CHNG), 청송(CHSG), 청양(CHYG), 동두천(DOND), 거창(GOCH), 괴산(GSAN), 하동(HADG), 홍천(HONC), 인천(INCH), 인제(INJE), 장흥(JAHG), 정읍(JUNG), 김천(KIMC), 군위(KUNW), 무주(MUJU), 남원(NAMW), 논산(NONS), 파주(PAJU), 부산(PUSN), 순천(SONC), 울산(WOLS), 양평(YANP), 예천(YECH), 영광(YONK), 영월(YOWL) 등 모두 30점의 상시관측소가 가동되고 있다. 본 연구에서는 2000년 4월 5일부터 2001년 5월 30일의 기간동안의 상시관측소의 위치 변동량을 살펴보았다. 관측자료는 RINEX(N, O) 파일의 형태로 수집하였으며, 관측자료의 처리는 단기선 처리용 상용 소프트웨어인 Trimble사의 GPSurvey2.35를 사용하였다. 표 1은 2000년 4월 5일, 24시간 데이터를 처리한 결과, 표 2는 2001년 5월 30일, 24시간 데이터를 처리한 결과이다. 그리고, 표 3은 두 기간 동안의 수평위치 변동량이다.

〈표 1〉 행정자치부 GPS 지적기준망 위치(2000년 4월 5일, 24시간 처리 좌표)

관측소명	WGS84 Position(m)					
	X	Y	Z	Latitude	Longitude	Ellip. Ht.(m)
보은(BOEN)	-3141905.1775	4060856.9993	3771856.9700	36° 29' 11.51947" N	127° 43' 50.38928" E	208.196
천안(CHAN)	-3085227.0339	4071231.8524	3806614.4370	36° 52' 40.83128" N	127° 09' 18.98609" E	69.994
춘천(CHCN)	-3083733.6905	3988332.1597	3894102.1348	37° 52' 10.02817" N	127° 42' 38.85601" E	141.293
제주(CHJU)	-3180359.3637	4279379.2522	3490098.8222	33° 23' 05.06112" N	126° 37' 08.69530" E	784.890
철원(CHLW)	-3050946.9106	3988369.7184	3920005.4462	38° 09' 52.13111" N	127° 24' 54.96780" E	308.903
창녕(CHNG)	-3233226.4984	4067915.2709	3686212.7064	35° 31' 59.92655" N	128° 28' 41.11261" E	62.499
청송(CHSG)	-3237147.5460	3989512.4304	3767339.1478	36° 26' 08.27470" N	129° 03' 22.93178" E	250.474
청양(CHYG)	-3076701.9579	4112485.6247	3769349.0000	36° 27' 32.05248" N	126° 48' 05.45536" E	136.864
동두천(DOND)	-3036948.7087	4021286.6690	3896957.6919	37° 54' 07.38644" N	127° 03' 38.75416" E	140.886
거창(GOCH)	-3189852.7016	4091156.3057	3698444.6271	35° 40' 04.44942" N	127° 56' 36.06714" E	216.694
괴산(GSAN)	-3132489.2135	4040304.0281	3801190.1751	36° 48' 58.20093" N	127° 47' 12.51984" E	183.258
하동(HADG)	-3192919.7158	4129776.5315	3652656.9170	35° 09' 44.71387" N	127° 42' 33.31760" E	76.675
홍천(HONC)	-3124137.6578	3970876.7403	3880183.5434	37° 42' 32.97942" N	128° 11' 39.65332" E	372.641
인천(INCH)	-3030125.0743	4067229.9616	3854557.2704	37° 25' 11.47986" N	126° 41' 11.26233" E	88.514
인제(INJE)	-3107272.0309	3952779.0993	3911676.1136	38° 04' 10.06084" N	128° 10' 14.95200" E	258.594
장흥(JAHG)	-3152834.5521	4199243.9528	3608372.6226	34° 40' 31.27199" N	126° 53' 58.52391" E	116.482
정읍(JUNG)	-3121904.8689	4146816.0611	3694330.9608	35° 37' 21.96200" N	126° 58' 26.53133" E	141.283
김천(KIMC)	-3185111.4606	4055951.1581	3740571.4008	36° 08' 14.64460" N	128° 08' 32.32125" E	95.200
군위(KUNW)	-3211713.7076	4026953.3784	3749223.7510	36° 14' 00.53159" N	128° 34' 27.33524" E	175.434
무주(MUJU)	-3156360.7134	4089575.7797	3728619.0742	36° 00' 11.77235" N	127° 39' 40.28143" E	227.710
남원(NAMW)	-3160211.9273	4133954.7112	3676317.9266	35° 25' 22.97640" N	127° 23' 46.29839" E	179.260
논산(NONS)	-3108786.4603	4110680.1098	3744932.3603	36° 11' 10.94005" N	127° 05' 56.92001" E	50.834
파주(PAJU)	-3020547.4133	4046782.6521	3883270.2598	37° 44' 47.05548" N	126° 44' 16.51972" E	73.832
부산(PUSN)	-3287594.5154	4049011.7961	3659189.1936	35° 14' 02.18411" N	129° 04' 29.52047" E	160.351
순천(SONC)	-3184746.3749	4152519.5679	3634027.1303	34° 57' 26.94833" N	127° 29' 10.15701" E	43.276
울산(WOLS)	-3300618.5296	4015763.2712	3683735.6367	35° 30' 20.50747" N	129° 25' 02.34901" E	91.485
양평(YANP)	-3086546.2275	4021644.6362	3857572.7612	37° 27' 15.07570" N	127° 30' 20.32818" E	71.935
예천(YECH)	-3185565.2934	4012509.8662	3786514.0292	36° 39' 05.26560" N	128° 26' 46.88206" E	136.816
영광(YONK)	-3101850.0451	4189387.2907	3663198.6995	35° 16' 42.90351" N	126° 30' 59.37076" E	99.460
영월(YOWL)	-3164688.7595	3984003.0268	3833704.5862	37° 10' 57.07692" N	128° 27' 42.61283" E	254.199

〈표 2〉 행정자치부 GPS 지적기준망 위치(2001년 5월 30일, 24시간 처리 좌표)

관측소명	WGS84 Position(m)					
	X	Y	Z	Latitude	Longitude	Ellip. Ht.(m)
보은(BOEN)	-3141906.3528	4060661.1337	3771856.3939	36° 29' 11.42749" N	127° 43' 50.32498" E	211.061
천안(CHAN)	-3085227.6363	4071235.4519	3806614.0870	36° 52' 40.75926" N	127° 09' 18.91770" E	72.370
춘천(CHCN)	-3083773.7980	3988335.7441	3894101.6270	37° 52' 09.95740" N	127° 42' 38.76979" E	143.272
제주(CHJU)	-3180360.5900	4279383.8882	3490099.0249	33° 23' 04.98710" N	126° 37' 08.62639" E	788.720
철원(CHLW)	-3050946.9079	3988272.8890	3920005.1309	38° 09' 52.07263" N	127° 24' 54.88858" E	310.687
창녕(CHNG)	-3233226.3564	4067915.6976	3686211.8701	35° 31' 59.85554" N	128° 28' 41.02357" E	64.124
청송(CHSG)	-3237147.8868	3989515.9642	3767338.2809	36° 26' 08.19506" N	129° 03' 22.85302" E	252.340
청양(CHYG)	-3076702.6114	4112489.1788	3769348.4985	36° 27' 31.97698" N	126° 48' 05.39087" E	139.170
동두천(DOND)	-3036949.0215	4021290.4360	3896957.5815	37° 54' 07.31996" N	127° 03' 38.67145" E	143.339
거창(GOCH)	-3189853.9498	4091160.6194	3698444.9654	35° 40' 04.37946" N	127° 56' 36.00082" E	220.278
과산(GSAN)	-3132489.2135	4040304.0281	3801190.1751	36° 48' 58.12762" N	127° 47' 12.45227" E	186.119
하등(HADG)	-3192920.6648	4129780.6790	3652656.5012	35° 09' 44.63068" N	127° 42' 33.24703" E	79.593
홍천(HONC)	-3124137.7730	3970880.0026	3880182.6155	37° 42' 32.90333" N	128° 11' 39.57467" E	374.158
인천(INCH)	-3030122.9668	4067230.8519	3854556.3677	37° 25' 11.46735" N	126° 41' 11.17197" E	87.532
인제(INJE)	-3107273.4298	3952783.7537	3911677.0504	38° 04' 09.99430" N	128° 10' 14.87911" E	262.733
장흥(JAHG)	-3152836.1136	4199248.5985	3608372.6759	34° 40' 31.18752" N	126° 53' 58.46340" E	120.339
정읍(JUNG)	-3121906.7654	4146819.4024	3694330.9943	35° 37' 21.89088" N	126° 58' 26.51168" E	144.399
김천(KIMC)	-3185110.8524	4055952.2385	3740570.0873	36° 08' 14.60111" N	128° 08' 32.27543" E	94.808
군위(KUNW)	-3211714.4689	4026956.9127	3749222.9622	36° 14' 00.44887" N	128° 34' 27.27082" E	177.579
무주(MUJU)	-3156362.4686	4089580.0911	3728621.9985	36° 00' 11.76356" N	127° 39' 40.23173" E	233.058
남원(NAMW)	-3160213.6902	4133959.9457	3676318.7250	35° 25' 22.89917" N	127° 23' 46.22789" E	183.984
논산(NONS)	-3108787.4687	4110684.3295	3744932.4541	36° 11' 10.86638" N	127° 05' 56.85034" E	54.096
파주(PAJU)	-3020548.0107	4046786.3593	3883270.1557	37° 44' 46.98672" N	126° 44' 16.44870" E	76.400
부산(PUSN)	-3287594.6139	4049014.7829	3659187.8769	35° 14' 02.10464" N	129° 04' 29.44904" E	161.536
순천(SONC)	-3184747.3770	4152523.7605	3634026.7183	34° 57' 26.86418" N	127° 29' 10.08779" E	46.267
울산(WOLS)	-3300618.7668	4015766.9346	3683735.0266	35° 30' 20.43519" N	129° 25' 02.26397" E	93.557
양평(YANP)	-3086546.5730	4021647.9393	3857572.3076	37° 27' 15.00819" N	127° 30' 20.25750" E	73.907
예천(YECH)	-3185566.4161	4012513.6693	3786513.3941	36° 39' 05.17788" N	128° 26' 46.82225" E	139.387
영광(YONK)	-3101851.4918	4189392.1601	3663199.6831	35° 16' 42.84010" N	126° 30' 59.30211" E	103.926
영월(YOWL)	-3164687.7254	3984004.0426	3833703.0408	37° 10' 57.03400" N	128° 27' 42.55438" E	253.386

〈표 3〉 두 기간동안의 수평위치 변동량

(단위 : m)

관측소명	$\Delta X(2000-2001)$	$\Delta Y(2000-2001)$	관측소명	$\Delta X(2000-2001)$	$\Delta Y(2000-2001)$
보은(BOEN)	1.1753	-4.1344	장흥(JAHG)	1.5615	-4.6457
천안(CHAN)	0.60	-3.5995	짐읍(JUNG)	1.8965	-3.3413
춘천(CHCN)	40.1075	-3.5844	김천(KIMC)	-0.6082	-1.0804
제주(CHJU)	1.2263	-4.636	군위(KUNW)	0.7613	-3.5343
철원(CHLW)	-0.0027	96.8294	무주(MUJU)	-1.7552	-4.3114
창녕(CHNG)	-0.142	-0.4267	남원(NAMW)	1.7629	-5.2345
청송(CHSG)	0.3408	-3.5338	논산(NONS)	1.0084	-4.2197
청양(CHYG)	0.6535	-3.5541	파주(PAJU)	0.5974	-3.7072
동두천(DOND)	0.3128	-3.767	부산(PUSN)	0.0985	-2.9868
거창(GOCH)	1.2482	-4.3137	순천(SONC)	1.0021	-4.1926
괴산(GSAN)	0	0	울산(WOLS)	0.2372	-3.6634
하동(HADG)	0.949	-4.1475	양평(YANP)	0.3455	-3.3031
홍천(HONC)	0.1152	-3.2623	예천(YECH)	1.1227	-3.8031
인천(INCH)	-2.1075	-0.8903	영광(YONK)	1.4467	-4.8694
인제(INJE)	1.3989	-4.6544	영월(YOWL)	-1.0341	-1.0158

4. 향후 연구사항

본 연구에서는 행정자치부의 GPS 지적기준망의 현황과 상시관측소의 위치 변동량을 살펴보았다. 상시관측소의 위치 변동량은 국내 점을 기준으로 처리한 결과이며, 향후 주변국에서 운용중인 GPS 관측소와 연결하여 정밀한 위치의 변동 추이를 살펴볼 것이다. 이를 위하여 정밀자료처리를 위한 파라미터의 설정, 정밀소프트웨어의 처리기법, 기준타원체의 결정 등 해결해야 할 과제들이 남아 있다.

참고문헌

1. 국방과학연구소, "GPS 측량원점확립에 관한 연구", 한국천문연구원, 1999. 9.
2. 한국천문연구원, "GPS 응용연구 및 운영", 1999. 12.
3. H. van der Marel, "Active GPS Control Stations Theory, Implementation and Application", GPS for Geodesy 2nd, pp. 389-433.
4. C. Vigny, "GPS network monitors the Western Alps' deformation over a five-year period: 1993-1998", Journal of Geodesy,(2002)76, pp.63-76.