

이중 직교 원형편파를 갖는 GPS 안테나의 낮은 앙각-입사 간섭 신호 특성 분석

엄순영, 신천식

한국전자통신연구원

syeom@etri.re.kr, cssin@etri.re.kr

Analysis of interference signal characteristics induced at low elevation angle of GPS antenna with dual orthogonal circular polarizations

Soon Young Eom, Cheon Sig Sin

Electronics and Telecommunications Research Institute

요약

본 논문에서는 낮은 앙각으로부터 입사되는 GPS 간섭 신호가 이중 직교 원형 편파를 갖는 GPS L₁ 안테나의 이중 직교 단자(P₁ & P₂)에 유입 또는 결합되는 신호 특성을 시뮬레이션을 통하여 분석한다. 전자파(EM) 시뮬레이션 시험 환경을 고려하여 GPS L₁ 안테나와 IS용 안테나간 거리는 600 mm(3.15λ₀)을 고려하며, LOS(Line Of Sight) 환경을 가정한다.

I. 서론

GPS 신호는 약 2만 Km 상공에 위치한 위성이 방송(broadcasting) 형식의 신호를 지구로 송신하므로 수신 감도가 약 -160 dBW 수준으로 미약하여 재밍 및 간섭에 매우 취약하다. 이를 제거 또는 억압하기 위한 다양한 고가의 적응형 배열 안테나 기술(CRPA 등)들이 사용되고 있으나, 가격이 비싸고, 크고 무거우며, 또한 전력 소모가 큰 단점이 있다. 본 논문은 간섭 신호(IS)를 억압할 수 있는 저가, 소형, 저전력의 GPS 안테나 개발에 선행하여 낮은 앙각으로부터 GPS 안테나로 유입되는 간섭 신호 특성을 전자파(EM) 시뮬레이션을 통하여 분석하고자 한다.

II. 본론

그림 1은 전자파(EM) 시뮬레이션을 수행하기 위한 시험 환경 구성도이다. GPS L₁ 안테나는 최적화 설계된 스택 마이크로스트립 안테나를 그리고 IS 안테나는 접지판을 갖는 교차 디아폴 안테나를 사용한다.

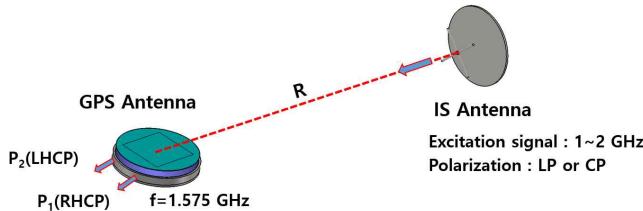


그림 1. IS 데이터 추출을 위한 시험 환경 구성도

GPS L₁ 안테나와 IS용 안테나간 거리는 600 mm(3.15λ₀)을 고려하며, LOS 환경을 그리고 입사 각은 수평 기준으로 0°로 가정한다. 시뮬레이션 시험 방법은 IS 안테나를 GPS L₁ 안테나 중심 기준으로 반시계 방향으로 45°씩 회전하면서 간섭 신호 인가시 GPS L₁ 안테나의 이중 직교 채널에 유입 또는 결합되는 간섭 신호(@f=1.575 GHz)의 진폭 및 위상 특성을 추출한다. 근사적인 IS 추정은 다음 식 1과 같으며, 자유공간손실은 시험 주파수(f=1.575 GHz)에서 약 32.0 dB 이다[1].

$$S_{IS,RHCP} = G_{GPS,RHCP}(\phi_p, \theta_o) - 20\log(4\pi R/\lambda) + G_{IS,pol}(\phi_p, \theta_o)$$
$$S_{IS,LHCP} = G_{GPS,LHCP}(\phi_p, \theta_o) - 20\log(4\pi R/\lambda) + G_{IS,pol}(\phi_p, \theta_o) \quad (1)$$

여기서, pol은 선형 편파(V, H, -45°, +45°) 또는 원형 편파(RHCP, LHCP)중에 하나를 나타낸다. 인가되는 간섭 신호로부터 GPS L₁ 안테나

로 유입 또는 결합되는 신호들은 GPS L₁ 안테나의 이중 직교 단자(P₁ & P₂)로 출력된다. 그림 1의 시뮬레이션 시험 환경으로부터, IS 안테나를 GPS L₁ 안테나 중심 기준으로 반시계 방향으로 45°씩 회전하면서 측정한 GPS L₁ 안테나 이중 직교 단자에서의 진폭 및 위상 특성은 표 1에 요약하여 보여준다. 각 송신 편파에 따른 시뮬레이션 결과로부터, 이중 직교 단자들간 최대 진폭차 및 위상차는 다음과 같은 결과로 예측될 수 있다.

- V & H 편파 : 진폭차(±3.5 dB 이하) 및 위상차(±90° 이하)
- -45° & +45° 편파 : 진폭차(±13±6 dB 이하) 및 위상차(±86° 이하)
- RHCP & LHCP : 진폭차(±2.5 dB 이하) 및 위상차(±135° 이하)

표-1. GPS L₁ 안테나의 이중 직교 단자에서 유입된 IS 특성 데이터

IS excitation	Port1(RHCP)		Port2(LHCP)		Relative value between dual channel	
	Amplitude[dB]	Phase[deg]	Amplitude[dB]	Phase[deg]	Amplitude[dB]	Phase[deg]
V-pol.	MIN. -38.37	-86.93	-38.35	-86.74	3.38	-95.53
	MAX. -34.38	42.72	-34.39	43.25	3.41	96.05
	AVG. -36.33	-19.60	-36.32	-19.93	-0.01	0.33
H-pol.	MIN. -35.43	-72.22	-35.37	-73.44	-3.52	-97.55
	MAX. -31.93	87.80	-31.90	88.15	3.44	98.51
	AVG. -33.54	11.81	-33.50	11.59	-0.04	0.22
-45°-pol.	MIN. -35.32	-59.24	-53.66	30.76	8.73	-125.28
	MAX. -34.48	89.91	-44.05	84.88	19.05	22.69
	AVG. -34.90	17.81	-48.30	65.53	13.40	-47.72
+45°-pol.	MIN. -53.65	30.95	-35.34	-89.62	-19.04	-23.43
	MAX. -44.02	84.27	-34.47	88.66	-8.68	172.66
	AVG. -48.27	65.52	-34.90	-4.86	-13.37	70.37
RHCP	MIN. -37.73	-85.01	-34.84	-75.27	-4.76	-107.40
	MAX. -34.34	89.46	-32.98	47.45	0.50	161.50
	AVG. -35.83	-14.06	-33.83	-20.01	-2.00	5.95
LHCP	MIN. -34.81	-74.43	-37.59	-84.25	-0.48	-160.81
	MAX. -32.80	47.80	-34.33	88.37	4.68	108.35
	AVG. -33.83	-19.84	-35.83	-13.99	2.00	-5.85

III. 결론

본 논문에서는 낮은 앙각으로부터 GPS 안테나로 유입되는 간섭 신호 특성을 시뮬레이션 시험 환경을 통하여 추출하였다. 본 연구 결과는 향후 GPS 간섭 신호 억압용 모듈(ISM) 개발에 활용될 예정이다.

ACKNOWLEDGMENT

본 논문은 2020년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임(No.2020-0-01629).

참고문헌

[1] Constantine A. Balanis, Antenna Theory : Analysis and Design, 2nd edition, USA