

5G네트워크에 의한 전자파 인체 노출량 평가 불확정도 추정

김병찬 한국전자통신연구원 책임연구원(bckima@etri.re.kr)

1. 머리말

불확정도(uncertainty)는 측정 혹은 계산 등 평가(evaluation)의 결과가 얼마나 참값(true value)에 근접하느냐의 척도가 되는 것으로 평가 결과에 반드시 수반되어야 하는 물리량이다. 참값과 얼마나 차이가 있느냐의 의미로 볼 때 오차(error)라고도 볼 수 있다. 하지만, 측정의 오류(mistake)가 아니라 반복적인 측정에 의한 측정값의 차이(difference)로써 같은 조건에서 수행된 다수의 측정의 결과가 가질 수 있는 어떤 범위(range)를 의미하는 것으로 받아들이는 것이 보다 타당하다.

2019년 이후 상용화가 본격화 될 것으로 예상되는 5G네트워크의 구축이 전 세계적으로 경쟁적으로 진행되고 있고 이에 의한 전자파 인체노출량 평가가 주요 관심사로 등장하고 있다. 이전의 네트워크와는 다른 기술방식을 사용하고 일반인들이(general public) 생활하는 공간에서 보다 가까운 곳에 많은 안테나들이 설치되는 이유로 그 노출 레벨에 보다 많은 관심이 쏠리고 있다. 과거보다 더 복잡한 전자파 환경에서 인체가 노출(human exposure)되는 만큼 노출량 평가는 정교하게 수행되어야 하고 또, 노출 레벨(exposure level)을 보다 정확하게 표현해야 하는 이유이다.

2. 주요 회의 내용

2018년 9월에 ITU-T SG5의 관련 연구반인 Question3(반장: Frederyk Lewiski, 폴란드)에서는 5G네트워크와 전자파 인체영향 평가에 관한 권고안(Electromagnetic field (EMF) compliance assessments for 5G wireless networks)을 승인하였는데 여기에는 5G네트워크의 개념, 주파수적인 특징, 4G네트워크 등 이전 무선망과의 공유 기술, 전자파 노출에 의한 건강영향의 문제 및 노출 기준, 노출 평가방안 등의 내용을 담고 있다. 특히, 노출 평가에 있어 측정 결과에 대한 신뢰성 부여를 위한 불확정도 추정에 관한 이슈도 포함되었고 이와 관련된 우리나라의 논문¹⁾이 참고문헌으로 명시되었다. 비록 국제전기기술위원회(IEC, International Electrotechnical Commission)에서 발간한 무선국 전자파 평가 절차에 관한 표준인 IEC62232 ed2.0이 불확정도 추정에 관한 광범위한 기술적인 내용을 담고 있고 다양한 불확정도 소스(source)를 고려하기를 권고 하고 있으나 실 환경에서의 불확정도 추정에 관한 최초의 연구는 우리나라에서 수행되었으며 차세대 무선망 환경에서 불확정도 추정 방법에 관한 기준을 본 논문을 통해 제시하였다고 볼 수 있다.

1) Kim, B.C., Yun, J.-H., Park, S.-O., " Uncertainty estimation for evaluating human exposure levels to RF electromagnetic fields from cellular base stations," IEEE Trans. Electromagn. Compat., 54(2), pp. 246-253, 2012.

<표 1> 불확정도 추정표

Evaluation type	Contribution components	Uncertainty sources	Probability function	Uncertainty value [dB]	Divisor	DoF	Rationale of distribution	Standard uncertainty [dB]
A	Physical parameter	Power drift	Student-t	0.67	2.05	29	Small sample, unknown population mean & variance	0.33
		Influence of body	Student-t	0.22	2.05	29	Small sample, unknown population mean & variance	0.11
	Mechanical constraint	Mismatches	Student-t	2.58	2.05	29	Small sample, unknown population mean & variance	0.63
	Post-processing	Spatial averaging	Student-t	0.99	2.26	9	Small sample, unknown population mean & variance	0.44
B	Measurement equipment	Calibration	Normal	3.00	2.00		Data sheet	1.50
		Spectrum analyzer	Normal	0.34	2.00		Calibration sheet	0.17
		Isotropy	Normal	1.50	2.00		Calibration sheet	0.75
		Linearity	Normal	0.89	2.00		Calibration sheet	0.45
		Cable	Normal	0.40	2.00		Calibration sheet	0.20
Combined uncertainty				Root Sum Square of all standard uncertainty ($\sqrt{\sum u^2}$)				1.95
Expanded uncertainty			Student-t	1.95	1.97 270 DoF and t-distribution table		3.82	

불확정도 추정에 사용되는 인자는 평가 방법에 따라 두 개로 나눌 수 있다. A형 불확정도 평가는 관측된 데이터의 확률 분포함수로부터 얻어지며 B형 불확정도 평가는 어떤 사건이 일어날 것으로 가정된 정도로부터 얻어지는 것으로 통상 측정 장비에 의한 것으로 제조사로부터 제공된다. 무선국으로부터 복사되는 전자파로부터 인체 노출량을 평가할 경우 여러 가지 형태의 불확정도 인자(혹은 불확정도원, 표준불확정도)가 있을 수 있는데 통상적으로 측정 장비에 의한 불확정도, 물리적 요인, 기계적 제한 요소 등으로 나눈다. 측정 장비에 의한 불확정도에 영향을 미치는 요인은 교정(calibration), 파워 체인(power chain), 그리고 측정 기기들에 의한 것들이다. 기계적 제한 요소로는 수신기를 고정하는 삼각대의 위치설정(tripod positioning), 프로브와 기지국 안테나 방향의 불일치 (mis-matching)이며, 물리적 요인으로는 측정자의 영향과 반복측정에 의한 측정값의 차이를 의미하는 파워 드리프트 혹은 측정 드리프트(power drift or measurement drift)가 있다. 인체가 점유하는 공간을 완전하게 정의하지 못함으로써 발생하는 공간평균값(spatially averaged value)을 구하는 과정에서의 영향은 post-processing으로 분류할 수 있다. 이들 중 측정 장비에 의한 불확정도는 B형 불확정도로 분류되며 나머지는 반복 측정에 의해 얻을 수 있으므로 A형으로 분류한다.

3. 맺음말

미래는 더욱 더 빠른 속도로 대용량의 데이터 전송을 가능하게 하는 차세대 무선 네트워크 기술을 필요로 하게 되며, 전자파 인체 노출량 평가 측면에서 볼 때 과거보다 복잡한 전자파 노출환경에서 더욱 정교한 측정을 필요로 하게 되고 또, 정밀한 측정값의 제시가 필요해 지고 있어, 측정의 불확정도와 관련된 이슈가 부각될 것으로 보인다.