

EMC 관련 최근 기술 동향

정보통신기기 지정시험기관 숙련도시험 프로그램의 도입에 관한 연구

김태용 · 배장근 · 박태식 · 허봉재*
 · 서동환** · 조규보** · 윤경효**
 구미1대학, *(주)현대교정인증기술원,
 **경북대학교 전자공학과

I. 서 론

대부분의 국가에서는 생산제품의 적합성 평가를 위해 인정기구를 통한 시험기관 인증제도를 운영하고 있으며, 세계 표준화 기구들과 상호 연계하여 표준화 및 관리 제도를 운영하고 있다^{[1]~[5]}. 국내의 경우 정보통신부 전파연구소는 정보통신기에 대해 분야별로 시험기관 인증(지정)제도를 운영하고 있으며 이에 대한 사후관리 업무도 수행하고 있다. 또한, 세계 여러 나라들은 지역별로 아시아태평양시험소 인정기구(APLAC), 유럽시험소인정기구(EA), 국제시험소인정기구(ILAC) 등을 통해 제품의 적합성을 입증하는 시험성적서에 대해 세계적으로 상호 통용되게 하는 국가간 상호인증협정(MRA)을 체결함으로써 재시험으로 인한 시간과 비용을 최소화하여 글로벌 경제체계에 대처하고 있다^{[6],[7]}.

국내 정보통신부도 국제적인 인정기구에 가입하여 상호인증협정을 통한 국제환경에 적극 대처가 요구되며, 이러한 국제기구의 가입을 위해서는 국내의 시험기관 인정기구가 국제규격에 적합한 품질관리 체계와 평가시스템을 갖추어야 한다. 특히, 평가시스템의 중요한 부분을 차지하는 숙련도시험 프로그램의 운영은 가입에 필수적인 사항이다. 인증기관의 시험능력을 결정하는 숙련도 시험의 운영 및 평가기준은 ISO/IEC 지침 43에 의거하여 구체적으로 명시

되어야 한다^{[8],[9]}. 국내에서도 숙련도 시험 프로그램의 운영을 위해 2002년에 전자파장해(EMI)분야에 대해 국내 인증(지정)시험기관을 대상으로 EMI에 대한 시험절차서를 마련하여 숙련도 시험을 실시하였으며 세부운영안을 마련하였다. 그러나 유선 및 무선분야의 경우 숙련도 시험 절차서, 통계처리방법 등 세부운영기준이 마련되지 않아 전면시행에는 한계가 있다.

본 연구에서는 국내의 유선 및 무선분야 지정시험기관을 대상으로 숙련도 시험을 실시하기 위해 국제기준에 적합한 숙련도 시험 운영기법을 제시하고자 한다. 이를 위해 먼저 숙련도 시험과 관련된 국제기준과 각국의 숙련도 시험사례를 분석하고 국제 표준인 ISO/IEC Guide 43의 규정을 중심으로 숙련도 시험기구의 개발 및 운용과 관련된 사항을 검토한다. 또한, 숙련도 시험 프로그램의 도입을 위해 유선 및 무선분야 지정시험기관을 대상으로 모의숙련도 시험을 수행한 결과와 이의 분석을 통한 유선 및 무선분야에 대한 지정시험기관 숙련도시험 도입과 관련된 제반 고려사항을 기술하고자 한다.

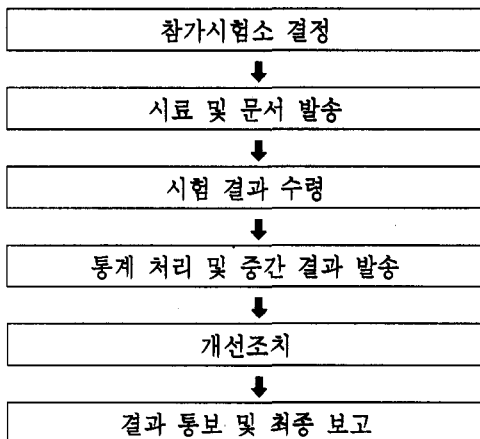
II. 숙련도시험 프로그램의 운영

숙련도 시험기구(proficiency testing scheme)를 운영하고 있는 대부분의 국가는 ISO/IEC 지침 43의 규

정을 표준으로 채택하고 있다. 이 규정은 두 부분으로 구성되는데, 첫 번째인 “시험소 인정기구에 의한 숙련도 시험기구의 선택과 사용”은 시험소 인정기구가 국제 기준에 적합한 숙련도 시험기구를 조직하여 참가시험소를 대상으로 숙련도 시험을 시행하여 성능평가 및 조치사항에 관한 정책적인 내용을 포함한다. 또한, “숙련도 시험기구의 개발과 운용”은 운용을 위한 조직과 참가시험소의 선정, 시료의 선택, 시험결과와 수집, 성능평가를 위한 통계기법, 성능평가와 관련된 조치에 관한 구체적인 사항이 기술되어 있다.

2.1 숙련도 시험 프로그램 절차

일반적으로 숙련도 시험 절차는 [그림 1]과 같은데, 먼저 참가시험소를 결정하여 수행될 숙련도 시험의 의도, 시료형태, 일정 및 참가비를 포함하는 의향서와 시험절차서를 비롯한 지시서와 함께 시료를 참가시험소에 발송한다. 프로그램에 사용되는 시료는 가능한 한 동질이고 안정되며 시험소에서 일상적으로 시험되는 것과 유사한 것으로 선정한다. 시험소는 정해진 절차에 의해 시험을 수행한 후 정해진 형식의 결과보고를 숙련도 시험기구에 제출한다. 수



[그림 1] 숙련도 시험 절차

령된 결과로부터 통계처리를 통해 일차적인 성능평가 결과를 기초로 중간보고서를 작성하여 각 참가시험소에 결과를 발송하여 해당 시험소의 결과가 다른 시험소의 결과와 부합하는지를 점검한다. 만족스럽지 못한 결과를 도출한 시험소에 대해서는 개선조치가 요구되며 원인분석과 성능 개선방법 등 관련된 조치를 하여야 한다. 개선조치에 대한 회신을 검토하여 최종적인 결과를 통보하고, 조치가 미흡한 시험소에 대해서는 추가적인 조치를 실시한다.

2.2 주요 국가의 숙련도 시험 현황

미국의 숙련도 시험은 인정기구(NVLAP)에 의한 인정절차의 한 부분으로써 숙련도 시험 결과로부터 시험소가 가지고 있는 전반적인 문제를 파악한다. NVLAP에 의해 기술된 성능요구조건에 미달하거나 정기적인 숙련도 시험에 참가하지 않은 경우, 해당 시험소는 초기 인정이나 계속적인 인정을 유지하기 위해 성능개선 조치를 하여야 한다.

호주의 경우, 인증시험소 및 인증신청 시험소는 인증분야와 관련된 인정기구인 NATA 숙련도 프로그램에 참가해야 한다. NATA가 아닌 국제기준을 만족하는 외부 숙련도 시험 프로그램에 참가하여 만족한 결과를 얻었으면 동일한 결과로 간주한다.

일본적합성인증협회(JAB)는 일본의 시험소에서 측정된 시험결과가 세계적인 시험소에서 통용될 것인가에 대한 평가를 위해 비교숙련도시험을 시행하고 있다. 현재 매년 실시하고 있는 전자파 적합성(EMC) 시험을 기준으로 살펴보면, 시험일정은 매년 2월에 공고를 하여 3~4월에 시험 준비를 거쳐 5~10월까지 각 참가시험소에서 시험을 실시하고 11월과 12월에 결과를 평가한다. 시험항목에 대해 3회를 측정하며, 약 7일~10일간의 측정기간을 배정한다.

싱가포르의 경우, 숙련도 시험 참가는 인정의 한 부분으로 의무적인 사항이며, 인증받은 모든 시험소는 인증유효기간 내에 분야별로 한 번 이상 참가해

야 한다. 참가시험 프로그램이 없거나 이미 인정된 숙련도 시험기구에 참가사실이 있는 시험소는 숙련도 시험 참가가 면제된다. 이유없이 숙련도 시험에 참가하지 않을 경우 시험소의 인증 상태가 위협에 처하게 되며, 시험소인증이 일시중지상태로 될 수 있다. APLAC와 EA가 주관하는 시험기구에도 참가할 수 있다.

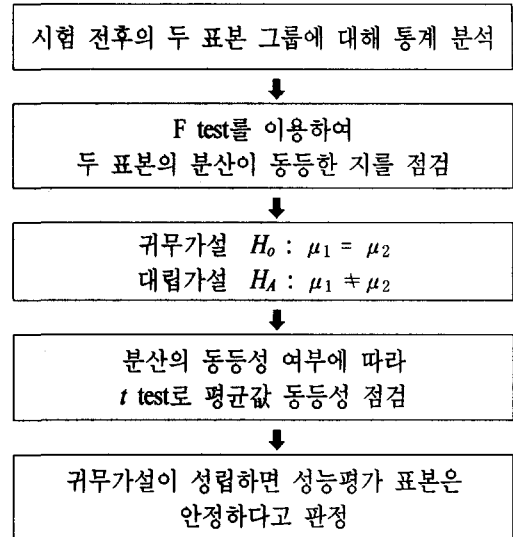
Ⅲ. 시료의 안정성 및 숙련도 시험 결과 평가

3-1 시료의 선택

숙련도 시험을 실시하기 위해서는 시료의 결정, 선정된 시료의 안정성 평가 및 참가시험소의 성능기준을 마련하여야 한다. 먼저 시료의 선정기준은 참가시험소에 의해 일상적으로 시험되는 품목과 유사한 것을 선택함으로써 시험절차 및 시스템 이해 등 접근의 용이성을 확보하여 숙련도시험 성능의 향상을 꾀할 수 있다. 또한, 숙련도 시험을 수행하는 전 과정에 대해 성능 저하나 변화가 적은 시료를 선택함으로써 안정화를 기해야 한다. 그 외에 고려할 사항은 시험항목의 측정횟수 및 운송 중에 일어날 손상과 주변조건의 영향 등을 고려하여야 한다.

3-2 안정성 평가

숙련도 시험을 진행하는 동안 시료의 안정성 확보가 이루어져야 시험결과에 대한 평가가 가능하다. [그림 2]에 나타낸 것과 같이 시료의 안정성 시험은, 먼저 숙련도 시험을 하기 전에 시험항목의 측정 표본과 숙련도 시험을 수행한 후에 시험한 표본 각각에 대해 분산 및 평균을 구한다. 이렇게 구한 두 표본 집단의 분산이 동등한지를 판정하기 위해 F test를 수행한다. F test의 결과로부터 두 표본 집단의 분산이 근사적으로 동일하면 Student two-sample t test, 다른 값의 분산을 가지면 Scatterthwaite two-sample t



[그림 2] 시료의 안정성 평가 절차

test를 사용하여 숙련도시험 전후의 두 표본 집단의 평균이 동일한 지를 검정함으로써 최종적으로 시료의 안정성을 평가한다^{[10]~[12]}. 이 경우 안정성이 확보되지 않은 시험항목은 평가항목에서 당연히 제외된다.

3-2-1 F 시험

두 모집단의 분산이 동일한지를 결정하기 위해 F 시험을 이용하는데, 이는 두 모집단의 평균값이 동등함을 검증하기 위한 t 시험을 시행하기 전에 수행한다. F 시험 수행절차는 다음과 같다. 먼저 표본분산 SD_A^2 , SD_B^2 를 계산하고 F 비를 구한다. 여기서 두 분산 중에서 큰 값을 F 비의 분자로 한다.

$$F = \frac{SD_A^2}{SD_B^2} \quad (1)$$

F 분포의 표를 참조하여 분자 $df=(n_A-1)$ 와 분모 $df=(n_B-1)$ 에서 각각값 $F_{1-\alpha/2}$ 값과 F 를 비교하여 $F < F_{1-\alpha/2}$ 이면 신뢰도 95 %에서 두 모집단은 분산은 동일하다고 판정한다. n_A , n_B 는 시험한 표본의 수를 나타낸다.

3-2-2 t 시험

t 시험은 두 모집단의 분산에 대해 평균이 동등한지를 비교하는데 사용되는데, 분산이 일정한 경우 Student two-sample t test, 다른 경우 Satterthwaite t test가 사용된다. 평균이 동등한지를 검정하기 위해 귀무가설 $H_0: \mu_1 = \mu_2$ 와 대립가설 $H_A: \mu_1 \neq \mu_2$ 를 설정하고 유의수준 $\alpha = 0.05$ 에서 가설을 검정한다. 여기서 μ_1 와 μ_2 는 각 표본의 평균값이다.

상기 F 시험에서 분산이 동일한 경우 Pooled 표준편차(SD_P)를 다음과 같이 계산하고 t 값과 자유도(df)를 계산한다. 여기서 n_i 는 표본 크기이며, SD_i 는 각 표본의 표준편차이다.

$$SD_P = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)SD_1^2 + (n_2 - 1)SD_2^2}{n_1 + n_2 - 2}} \quad (2)$$

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{SD_P \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} \quad (3)$$

$$df = (n_1 + n_2 - 2) \quad (4)$$

분산이 다를 경우 다음 식을 이용하여 두 표본 평균값 간의 차이에 대한 표준오차로부터 t 값과 자유도(df)를 계산한다.

$$SE_{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)} = \sqrt{\frac{SD_1^2}{n_1} + \frac{SD_2^2}{n_2}} \quad (5)$$

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{SE_{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)}} \quad (6)$$

$$df = \frac{(SE_1^2 + SE_2^2)^2}{\frac{SE_1^4}{(n_1 - 1)} + \frac{SE_2^4}{(n_2 - 1)}} \quad (7)$$

상기에서 구한 각각의 t 값으로부터 기각값이 t 값보다 크지 않으면 H_0 는 유용하다고 판단한다. 즉, H_0 는 기각되지 않고 성능평가 표본이 안정하다고 결론을 내린다.

3-3 속련도 시험 결과평가

3-3-1 통계기법

속련도 시험결과는 성능통계로 변환되어 시험소 수행결과를 평가한다. 이는 주어진 측정시료에 대해 여러 가지의 시험항목 중에서 각각에 대한 성능평가를 수행하는 경우와 동일한 시료 혹은 두 가지 시료(한 쌍의 시험)에 대한 시험결과를 사용하여 주어진 시험항목을 통해 시험소 내부(within-laboratory) 및 시험소 상호간(within-laboratory)의 측정값에 대한 성능평가를 수행하는 경우로 나눌 수 있다. 시험소간의 변이와 시험소내의 변이 모두를 평가하기 위해서는 참가 시험소는 한 번 이상의 동일한 시험을 수행하여야 한다. 따라서 가능하다면 한 쌍의 결과가 얻어질 수 있도록 프로그램이 설계되어야 한다. 이는 연관된 시료 한 쌍을 사용하면 되고, 그렇지 못하면 한 시료에 대해 두 번의 시험을 하여 결과를 얻으면 된다.

국제기준으로 제시되는 통계기법은 참가자들의 결과에 이상값(outlier)이 존재해도 영향을 받지 않는 견실통계기법을 사용한다. 이는 중간값(median)과 정규화 IQR(normalized IQR: inter-quartile range)로 계산되는데, 데이터 중앙 및 분포를 나타내는 측도이며 평균값 및 표준편차와 유사하다.

중간값은 그룹의 중앙값으로서 결과의 절반은 중간값보다 높고 나머지 절반은 낮다. 정규화 IQR은 결과의 변이성에 대한 측도로서 IQR에 0.7413을 곱한 값으로써 표준편차와 상응하게 만든다. 사분위 범위는 하위 사분위와 상위 사분위 간의 차이를 의미하며, 견실CV(coefficient of variation)는 정규화 IQR을 중간값으로 나눈 값이다. 단일 시험항목(X)에 대한 견실 통계에 근거한 z 점수의 계산식은 다음과 같다.

$$z = \frac{X - \text{median}(X)}{\text{normIQR}(X)} \quad (8)$$

시료로부터 시험항목의 결과가 A 및 B라고 가정 하면, 시험소상호간 z 점수 ZB와 시험소내부 z 점수 ZW는 다음과 같이 시험결과 쌍에 대한 표준화된 합 S와 차 D로부터 구한 중간값과 정규화 IQR로부터 구한다.

$$S = \frac{(A+B)}{\sqrt{2}} \quad (9)$$

$$D = \frac{|A-B|}{\sqrt{2}} \quad (10)$$

$$ZB = \frac{S - \text{median}(S)}{\text{normIQR}(S)} \quad (11)$$

$$ZW = \frac{D - \text{median}(D)}{\text{normIQR}(D)} \quad (12)$$

식 (8)의 성능통계 결과로부터 시험소 수행도 평가는 세 가지 $|z| \leq 2$ (만족), $2 < |z| < 3$ (의심), $|z| \geq 3$ (불만족, 이상값), 경우로 구분된다. 이상값을 산출한 시험기관은 즉시 불만족 결과에 대한 원인을 지정된 기간내에 자체적으로 조사·분석하여 적절한 시정조치를 취하고, 그 결과를 숙련도시험 주관기관에 제출하여야 한다. 필요한 경우 시정조치가 적절하였음을 확인하기 위해 기술전문가의 자문을 얻거나 적합한 기술평가사와 함께 현장평가를 할 수 있다.

3-3-2 이상값 검정

이상값은 표본 데이터들의 나머지에 비해 극히 크거나 작은 데이터를 의미하며, 이는 모 집단의 성격을 오해할 수 있는 의심값이다. 통계적인 이상값 검정 방법은 데이터의 나머지가 나타내는 분포와 일치하지 않는 확률적인 증거를 제공하기 때문에 통계적인 이상값이라 할 수 있다. 이들 검정은 보다 더 조사를 필요로 하는 데이터에 대한 확인을 하는데 사용될 뿐이지 검정 자체로 통계적인 이상값을 버릴지 수정할 지를 결정할 수가 없다.

이상값을 다루는 방법은 각 시험소에서는 각 시

험에 대한 정확한 기록을 유지하고 모든 데이터는 가능한 설명과 부가적인 정보로 기록한다. 의심되는 이상값을 판정하는 다른 기법은 Grubbs 시험, Dixon 시험, Rosner 시험 등이 있다.

IV. 모의 숙련도시험 및 결과분석

정보통신부 전파연구소 인증시험기관을 대상으로 유선 및 무선분야에 대해 숙련도시험 도입을 위한 사전 단계로써 모의 숙련도시험을 실시하였다. 모의시험에 사용된 시료는 표준화된 시험방법이 있고 시료확보가 용이하고 시험결과의 변이성이 적은 시험항목으로 유선분야는 유선전화기, 무선분야에서는 외장형 무선 LAN 시스템을 사용하였다.

4-1 시료의 안정성 시험

선정된 시료가 안정한 지를 검정하기 위하여 안정성 시험을 수행하였다. 지정시험기관에서 시험을 실시하기 전·후에 시험항목 각각에 대해 15회를 측정하여 각 시험항목의 평균과 분산을 구하여 F 시험과 t 시험을 통해 안정성을 평가하였다.

유선분야의 경우 선정된 유선전화기에 대해 음성대역 신호전력, 음성대역 신호전력(통신망제어), 횡전압평형도, 직류저항, 호출신호 수신시 직류전류, 호출신호 교류임피던스, On hook 신호요구조건 등 7개 항목(총 52개의 세부항목)에 대해 안정도 시험을 수행한 결과, 25개의 세부항목이 안정성 기준을 통과하였다.

무선분야의 경우 선정된 무선 LAN 시스템에 대해 주파수허용편차, 공중선전력, 점유주파수대폭, 불요발사강도, 부차적 전파발사강도 등 5개 항목에 대해 안정성 시험을 수행한 결과, 공중선전력을 제외한 4개 항목이 합격기준을 통과하였다.

4-2 모의시험 및 결과분석

4-2-1 유선분야

유선 전화기에 대해 정보통신부 고시 단말장치 기술기준^[13]을 적용하여 음성대역 신호전력 등 7개 항목에 대해 숙련도 시험을 실시하였다. 5개 지정시험기관이 참여하였으며, 기관별 시험기간은 7일로 한정하였으며, 통계분석을 위해 기관별로 3회씩 측정하도록 하였다. 분석을 위한 통계기법은 중간값에 근거한 견실 z 점수를 사용하였다.

통계분석결과 총 25개의 시험항목에 대해 기관별로 3~15개의 이상값을 산출하였으며, 한 개 기관만이 이상값을 전혀 도출하지 않았다. 이상값을 산출한 유선분야 시험기관에 대해 원인을 분석한 결과 시험소간 측정방법의 차이, 접지조건 및 측정 장비에 의한 경우로서 정확한 시험기준과 방법을 제시하면 이러한 문제는 해소될 것으로 예상된다. 또한, 숙련도시험 프로그램을 지정시험기관을 대상으로 실제로 적용할 경우, 유선분야인 경우 지정시험기관의 수가 작아서 성능평가기준으로 사용된 견실 z 점수의 적용은 적합하지 않기 때문에 Grubbs 시험 등의 기법으로 이상값을 검지해야 할 것으로 생각된다^[15].

4-2-2 무선분야

무선 LAN 시스템에 대해 전파통신기술협회 기준 (2,400 MHz~2,483.5 MHz 주파수대의 Direct spread spectrum 방식을 사용하는 무선통신장비의 RF 측정 방법 권고안)^[14]을 적용하여 주파수 허용편차 등 5개 항목에 대해 모의시험을 실시하였다. 9개 기관이 참가하였으며 기관별로 시험기간은 5일로 한정하였고, 통계분석을 위해 기관별로 시험항목당 3회씩 측정하도록 하였다. 사용된 통계기법은 중간값에 근거한 견실 z 점수를 사용하였다.

통계분석결과 5개의 시험항목에 대해 이상값을 도출한 기관은 없었다. 한편, 부차적 전파발사 강도

및 점유주파수 대역폭의 시험항목에 대해 각각 한 개의 기관이 의심값을 산출하였다. 이에 대한 원인을 분석한 결과, 부차적 전파발사 강도의 경우 측정방법이 상이하여 도출된 의심값으로서, 차기 숙련도 시험의 경우 측정기준을 보다 정확히 할 경우 의심값은 배제될 것으로 본다. 또한, 점유주파수 대역폭의 경우 시험기관의 측정값들이 낮은 분산을 나타낸 경우로서 중간값으로부터 조금만 벗어나도 의심값으로 처리된 경우로 볼 수 있다. 이 경우 숙련도시험 평가를 해당 시험항목의 불확도와 통계분석에 의한 z 점수를 동시에 적용하는 것이 합리적인 것으로 판단된다.

V. 결 론

국내의 유선 및 무선분야 지정시험기관을 대상으로 숙련도 시험 프로그램을 도입하기 위해 시험절차서, 시료의 안정도 평가, 성능평가 기준 등 국제기준에 적합한 숙련도 시험 운영기법을 연구 분석하였다. 제안된 기법은 지정시험기관을 대상으로 모의시험을 통해 적합성을 평가하였으며, 시험항목, 시험방법 및 성능평가기준에 대한 문제점을 보완하였다.

본 연구를 통해 도출된 결과인 유선 및 무선분야 숙련도 시험 프로그램을 국내 지정시험기관의 지정 및 관리에 도입할 경우, 자체 시험능력의 상향 평준화가 기대되며 국가간 상호인증협정의 원활한 추진이 예상된다. 또한, 지정시험기관의 내부 품질관리 시스템의 정착화로 대외적인 신뢰도가 향상되어 국가의 위상제고가 기대된다. 향후 보완된 숙련도 시험 프로그램을 이용하여 일정기간동안 시험기관과 전파연구소가 협력하여 1~2회 정도 숙련도 시험을 수행하여 기술적인 향상을 보인 후 실제로 적용하는 것이 시험기관별 오차도 줄일 수 있고 상호신뢰에 바탕한 숙련도 시험 평가가 이루어질 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

- [1] *Procedures and General Requirements*, NIST, Handbook 150, 2001.
- [2] *Guide to NATA Proficiency Testing*, NATA, ACN 004 379 748, 2002.
- [3] *Proficiency Test Program*, Japan Accreditation Board(JAB), 2003.
- [4] *Policies on Proficiency Testing*, Singapore Accreditation Council(SAC-SINGLAS), PROF-001, 2001.
- [5] *Proficiency testing by interlaboratory comparisons*, Standards council of Canada, CAN-P-43, 2001.
- [6] K. Hall, D. Pommerenke, "Comparison of site-to-site measurement reproducibility using UK National Physical Laboratory and Austrian Research Center test sites as a reference", *IEEE International Symposium on EMC*, pp. 939-943, 2000.
- [7] M. Kubota, "JSAC proficiency testing programs based on ISO/IEC guide 43-1", *Analytical Sciences*, vol. 17, pp. 503-506, 2001.
- [8] Proficiency testing by interlaboratory comparisons -Part 1: Development and operation of proficiency testing schemes, ISO/IEC Guide 43-1, 1997.
- [9] Proficiency testing by interlaboratory comparisons -Part 2: Selection and use of proficiency testing schemes by laboratory accreditation bodies, ISO/IEC Guide 43-2, 1997.
- [10] W. Mendenhall, *Introduction to Probability and Statistics*, Duxbury, pp. 214-242, 1975.
- [11] V. Barnett, T. Lewis, *Outliers in Statistical Data*, Wiley, pp. 89-139, 1994.
- [12] Environmental quality - Performance evaluation (PE) program proponent: CEMP-RT/CECW-E, USACE, EM 200-1-7, 2000.
- [13] 단말장치 기술기준, 정보통신부 고시 제 2003-4 호, 2003년.
- [14] 2400~2483.5 MHz 및 5725~5825 MHz 주파수대에서 직접확산방식의 스펙트럼확산방식을 사용하는 무선기기의 RF 표준측정법, 한국정보통신협회, 2002년.
- [15] 전자기적합성 숙련도시험결과보고서, KOLAS, PT2001-9, 2002년.

본 연구는 정보통신부 전파연구소의 연구비지원 (과제번호 2003-10)에 의해 수행되었습니다.

≡ 필자소개 ≡

김 태 응

1980년: 경북대학교 전자공학과 (공학사)
 1982년: 경북대학교 전자공학과 (공학석사)
 1997년: 경북대학교 전자공학과 (공학박사)
 1992년~현재: 구미1대학 인터넷전자정보 부교수
 [주 관심분야] EMI 대책기술, 영상부호화

배 장 근

1987년: 경북대학교 전자공학과 (공학사)
 1991년: 경북대학교 전자공학과 (공학석사)
 1995년: 경북대학교 전자공학과 (공학박사)
 1994년~현재: 구미1대학 인터넷전자정보 부교수
 [주 관심분야] 전자광학, EMC

박 태 식

1990년: 경북대학교 전자공학과 (공학사)
1989년~2000년: (주)LG전자 전자파규격 파트장
2000년~현재: 구미1대학 전자파센터 기술책임자
[주 관심분야] 디스플레이 장치에서의 EMC 기술

조 규 보

1999년: 경북대학교 전자공학과 (공학사)
2001년: 경북대학교 전자공학과 (공학석사)
2001년~현재: 경북대학교 전자공학과 박사과정
[주 관심분야] 전자광학

허 봉 재

1986년: 조선대학교 전자공학과 (공학사)
1986년~1990년: (주)한독 QA계장
1990년~2000년: (주)현대전자 QA차장
2000년~현재: (주)현대교정인증기술원 이사
[주 관심분야] EMI/EMS 측정기술

윤 경 효

2002년: 경북대학교 전자공학과 (공학사)
2004년: 경북대학교 전자공학과 (공학석사)
[주 관심분야] 전자광학

서 동 환

1996년: 경북대학교 전자공학과 (공학사)
1999년: 경북대학교 전자공학과 (공학석사)
2003년: 경북대학교 전자공학과 (공학박사)
[주 관심분야] 전자광학