

논문 2011-48TC-12-1

KOLAS 공인시험기관 인정을 위한 이더넷 스위치의 측정불확도 분석

(Analysis of Ethernet Wwitch Measurement Uncertainty for KOLAS
Testing Laboratory Accreditation)

이 재 정*, 류 한 양*, 남 기 동*, 김 창 봉**

(Jae-Jeong Lee, Han-Yand Ryu, Ki-Dong Nam, and Chang-Bong Kim)

요 약

일반 산업분야에서는 활발히 진행되고 있는 KOLAS(Korea Laboratory Accreditation Scheme) 시험기관 인정이 스위치, 라우터 등의 네트워크장비 분야에서는 인정 현황을 찾아 볼수 없다. 즉 기관의 자체 시험이나 BMT(Bench Marking Test)를 통하여 네트워크장비에 대한 평가를 진행하고 있지만 공인 시험기관에서 발행하는 시험성적서와는 품질에 차이가 있다. 공공기관 또는 기타 사업자가 요청하는 공인기관 시험성적서의 수요가 증가함에 따라 국내에서도 네트워크 장비에 대한 공인시험기관 인정이 조속히 이루어 져야 한다. 따라서 본 논문에서는 한국인정기구에서 요구하는 네트워크장비 분야에 대한 국제공인 시험기관 인정 추진 과정에서 분석한 측정불확도와 프로그램을 통해, 효율적인 추진 방향을 제시하고자 한다.

Abstract

Actively in progress in the field of general industrial KOLAS (Korea Laboratory Accreditation Scheme) accreditation test the switch, router, network equipment, such as accreditation status in the field can not be found. Company's self-tsting or BMT (Bench Marking Test) through the evaluation process for network equipment, but the test reports issued by accredited laboratories with quality differences. Requested by public institutions or other providers of accredited test reports increasing demand for network equipment in Korea accredited testing laboratory shall be made as soon as possible. In this paper, as required by KOLAS in the field of network equipment testing laboratory accreditation program in the process acquired through the analysis of measurement uncertainty and, to propose effective direction.

Keywords : 불확도, Switch, Router, KOLAS, Network

I. 서 론

국내 IT 환경의 발전속도는 급격하게 진행되고 있지만 네트워크장비에 대한 시험인증은 개발 장비 속도를 따라가지 못하고 있는 실정이다. 네트워크 설계 기술의 발전으로 인한 망 통합으로 다양한 정보통신시스템 간

상호운용성 및 성능 확보가 중요한 문제가 되고 있다. 정보통신 제품 및 서비스가 아무런 장애 없이 통신망에 접속될 수 있는지 기술기준과 국제협약, 국제규정들을 준수하여 장비의 품질을 보장할 수 있는 시험·인증이 필요하다. 미국 등의 주요국들은 적합성 시험·인증제도를 국제 규범(ISO/IEC)을 바탕으로 체계적으로 운영하고 있으며, 상대국의 시험·인증 관련사항을 상호 인정하고 있다. 정보통신 표준의 중요성과 함께 정부에서 인증을 활용하여 의무적으로 규제할 수 있는 부분이 상당 부분 감소함으로 인하여 그 역할이 민간으로 점차 옮겨가는 추세이다. 이전에는 국가에서 법적으로 규제

* 정회원, 한국전자통신연구원
(Electronics and Telecommunications Research Institute)

** 평생회원, 공주대학교 정보통신공학부
(Kongju University)

접수일자: 2011년3월7일, 수정완료일: 2011년12월9일

하던 부분을 통신 사업자나 제조업체, 시험기관 등이 자율적으로 조직과 체도를 만들고 운영함으로써 특정 국가의 특정 시장에 진입하기 위해서는 반드시 인증을 획득해야 하는 구조로 변하고 있다. 앞으로 국가간의 무역장벽을 해소하고 품질 경쟁력을 제고하기 위한 신뢰성 있는 시험을 통해 고객의 요구를 만족시킬 수 있도록 하는 수단으로 국제적인 규격에 의해 시험기관의 적합성평가에 의한 공인시험을 수행해야 한다. 네트워크 장비 시장에서 국내 시장 확보뿐만 아니라 향후 세계시장으로 우리나라 네트워크 장비들이 진출하기 위해서는 국내에서 받은 시험 인증이 외국에서도 인증되게 하고 완벽한 시험이 이루어지도록 시험기술을 국제적 기준으로 향상시키고 지속적인 개선을 위하여 공인시험 인증 제도가 필요하다. 공인시험은 국제 규격인 ISO/IEC 17025(시험기관 및 교정기관의 자격에 대한 일반 요구사항)에 의하여 시험기관에서 수행하고 있는 시험에 대하여 시험품질시스템의 경영요건과 기술적요건의 적합성평가를 거쳐 공인시험을 수행하기 위한 시험기관의 능력을 인정함으로써 국제수준의 제품품질보증은 물론 시험인증결과가 전 세계에 통용되도록 하기 위한 것이다[1~2].

본 논문의 구성은 II장에 KOLAS에 대해 전반적인 내용을 언급하고 III장에서는 공인시험기관 인정을 위한 경영시스템을 설명하고 IV장에서 네트워크 장비에 대한 측정불확도 추정을 하고 마지막 V장에서는 결론 및 향후 연구방향에 대해 제안한다.

II. KOLAS

1. KOLAS(Korea Laboratory Accreditation Scheme)

우리나라의 경우, 국가표준기본법 제23조(시험검사기관인정) 동법 시행령 제16조(시험검사기관의 인정)에 의거 기술표준원(KOLAS:한국인정기구)이 유일하게 국제적으로 승인된 시험소인정기구이다. 기술표준원은 “국가표준기본법”에 의거 국가교정기관 및 시험검사기관 인정제도를 운영하고 있으며, 시험기관 인정제도와 관련한 ILAC(International Laboratory Accreditation Cooperation), APLAC(Asia-Pacific Laboratory Accreditation Cooperation) 등 국제회의와 APLAC 등에서 주관하는 비교 숙련도시험에 참가하고 있다. KOLAS는 국가표준제도의 확립 및 산업표준화제도 운영, 공산품의 안전/품질 및 계량·측정에 관한 사항, 산

업기반 기술 및 공업기술의 조사/연구 개발 및 지원, 교정기관, 시험기관 및 검사기관 인정제도의 운영, 표준화 관련 국가간 또는 국제기구와의 협력 및 교류에 관한 사항등의 업무를 관장하는 기술표준원 조직이다. APLAC MRA(Mutual Recognition Arrangement: 상호 인정협정)에는 24개국 36개 시험기관인정기구가, ILAC MRA에는 45개국 57개 시험기관인정기구가 가입하여 상대국의 공인성적서를 상호인정하고 있어 선진국의 무역기술장벽에 적극 대처하고 있다.

가. 적합성평가제도

적합성평가란 “제품·공정 또는 서비스가 규정된 요건을 충족시키는 정도에 대한 체계적인 평가”로 정의하고 있다. 다시 말하면 각종 제품 및 서비스에는 그것이 추구하는 규격이나 기준이 정해져야 생산이 될 수 있는데 이러한 규정에 얼마나 충족되는가를 평가하는 일을 적합성평가라고 이해하면 될 것이다. 적합성평가제도가 WTO/TBT 협정 회원국들이 국제 무역에 불필요한 장벽이 아닌 생산효율 향상 및 국제무역 확대에 기여하는 제도가 되도록 노력할 것을 요구하고 있다. 시험·검사·교정 능력은 그 나라의 기술수준을 나타내는 척도로 기술혁신을 위한 기본 인프라이다. 특히 고부가가치 상품 개발 및 일류화 상품은 이에 상응하는 시험·검사·교정 능력의 뒷받침 없이는 추진이 불가능하다. 정확한 시험·검사 및 교정결과는 국민의 안정과 건강, 환경보호 등에 관한 정책 수립 시 판단자료로 활용된다. 선진국에서는 첨단 시험·검사 능력을 무역상 기술 장벽으로 이용하고 있으며, 선진국이 요구하는 적합성평가 능력을 갖추지 못하면 수출시 수입국에서 시험·검사를 받아야 하는데, 그에 따른 수출 지연과 과도한 시험·검사 비용 부담과 함께 시험분석과정에서 핵심기술 유출 등으로 경쟁력을 상실할 수도 있다.

나. 인정분야 및 효과

KOLAS 인정분야는 다음과 같이 시험기관, 교정기관, 검사기관, 표준물질생산기관으로 분류된다.

- 시험기관은 역학시험, 화학시험, 전기시험, 열 및 온도측정, 비파괴시험, 음향 및 진동시험, 광학 및 광도측정, 의학시험, 생물학적시험, 법과학시험, OECD의 GLP 시험이 있다.
- 교정기관은 시간 및 주파수, 길이, 질량 및 관련량,

전자기, 전자파, 온도 및 습도, 음향 및 진동, 광량, 전리방사선 분야가 있다.

- 검사기관의 종류는 제3자 서비스를 제공하는 A형 검사기관, 검사기관이 검사대상 품목의 설계, 제조, 공급, 설치, 사용 또는 유지에 관련된 조직의 별도로 설립된 조직이고, 자신의 모 기관에 검사 서비스를 제공하기 위해 만들어진 B형 검사기관, 검사대상 품목 또는 유사한 경쟁품목의 설계, 제조, 공급, 설치, 사용 또는 유지에 관련되고 자신의 모 기관이 아닌 다른 당사자에게 검사 서비스를 제공하는 C형 검사기관이 있다.

- 표준물질생산기관은 화학조성, 물리적 특정, 공학적 특성으로 분야가 있다.

KS Q ISO/IEC 17025 기준에 따른 KOLAS 인정은 교정/시험/검사기관의 품질시스템에 대한 체계적 정비와 더불어 기술능력의 신뢰성을 보장 받는 공인기관임을 인정하는 것이며, 공인기관에서 발급한 성적서는 국제적인 협정 체결국들의 인정을 받을 수 있으므로, 수출 또는 수입할 때 같은 제품을 몇 번씩 시험할 필요 없이 한 번만 하기 때문에 시간과 비용이 절약 되어, 무역 기술 장벽에 대처할 수 있다.

III. 인정 실무

1. 시험기관 인정서류 및 절차

표 1의 인정 신청 서류와 병행하여 사전에 인력에 대한 교육이나 시험설비 및 환경 조건 구비등 여러부분에서 체계적으로 접근하여 준비를 해야 한다. 처음 접하는 기관에서는 컨설팅등을 통해서 준비를 하는 것도 하나의 전략이라고 본다.

평가절차는 그림 1과 같이 신청서를 접수하면 KOLAS 사무국은 선임평가사를 선임하여 신청기관의 품질경영시스템 문서에 대한 심사를 실시하며, 문서심사 결과 부적합 사항에 대해서는 30일 이내에 시정조치를 완료하고 그 결과를 KOLAS 사무국에 제출해야 한다.

현장평가는 문서심사에 대한 모든 부적합사항이 시정조치된 후, 평가반을 구성하여 30일 이내에 신청기관을 현장평가하여 문서화된 품질경영시스템의 이행정도 및 인정심사에 필요한 자원확보, 시험업무수행능력 등에 대한 평가를 실시한다. 현장평가시 지적된 부적합사항에 대해서는 3개월 이내에 시정조치를 완료하고 그 조치결과를 KOLAS 사무국에 제출해야 한다. 위원회

표 1. 인정 신청 서류

Table 1. Accreditation application form.

번호	신청 서류
1	국제공인시험기관 인정신청서
2	인정신청분야 및 범위
3	대표자 서약서
4	일반현황(명칭, 주소, 법률적 지위, 조직체계 및 주요업무, 모 기관과의 관계 등)
5	인력현황 및 인력별 관장업무
6	시험설비 보유현황
7	시험실의 환경조건 및 유지관리현황
8	항목별 시험방법 및 절차서 목록
9	숙련도시험 참가실적
10	내부감사 및 경영검토 실적
11	품질경영매뉴얼 및 절차서
12	인정과 관련된 컨설팅 및 기술지도 받은 내용
13	신청시험항목에 대한 측정불확도 추정실적

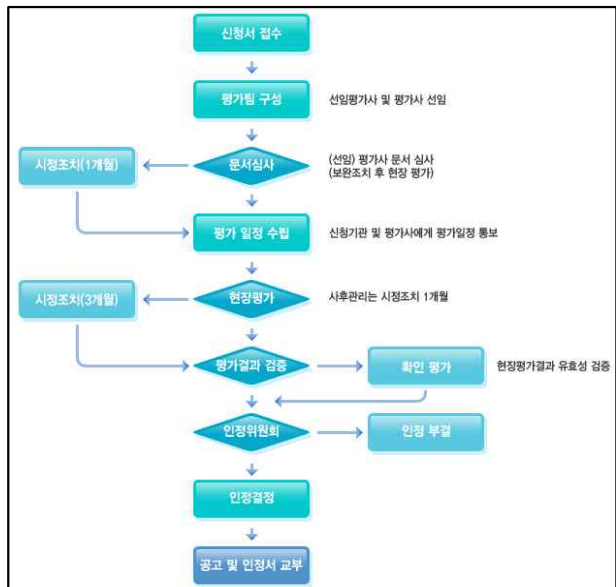


그림 1. 평가절차

Fig. 1. Assessment procedure.

심의 단계는 인정심사 각 단계에서 제기된 모든 부적합 사항에 대한 시정조치가 완료된 경우에 KOLAS 사무국은 신청기관의 평가결과를 인정위원회에 상정하여 재적위원 과반수의 출석과 출석위원 2/3 이상의 찬성으로 인정여부를 의결한다. 이 모든 과정을 원활하게 진행하기 위해서는 최소 1년 이상의 프로젝트로 진행해야 할 것이다^[3].

2. KS Q ISO/IEC 17025 요구사항

시험기관 및 교정기관의 자격에 대한 일반 요구사항

표 2. ISO/IEC 17025
Table 2. ISO/IEC 17025.

ISO/IEC 17025			
경영 요구사항		기술 요구사항	
4.1	조직	5.1	일반사항
4.2	경영시스템	5.2	직원
4.3	문서 관리	5.3	시설 및 환경 조건
4.4	의뢰, 입찰 및 계약의 검토	5.4	시험 및 교정 방법과 방법의 유효성 확인
4.5	시험 및 교정의 위탁	5.5	장비
4.6	서비스 및 물품 구매	5.6	측정 소급성
4.7	고객에 대한 서비스	5.7	샘플링
4.8	불만사항	5.8	시험 및 교정 품목의 취급
4.9	부적합 시험 및 /또는 교정 작업의 관리	5.9	시험 및 교정 결과의 품질 보증
4.10	개선	5.10	결과보고
4.11	시정 조치		
4.12	예방 조치		
4.13	기록의 관리		
4.14	내부심사		
4.15	경영검토		

을 기술한 내용으로서 공인시험기관 인정을 받기 위해 갖추어야 할 시스템이라고 생각하고 구축하면 될 것 같다. 표 2에서와 같이 ISO/IEC 17025는 품질경영시스템(ISO 9001:2000)과 유사하지만, 상당한 차이점도 가지고 있다. 이러한 이유는 ISO 9001 규격이 모든 업종과 조직을 대상으로 하고 있지만, ISO/IEC 17025는 시험/검사/교정 분야만을 대상으로 하고 있기 때문이다. 만약 기관에서 품질경영시스템을 운영하고 있다면 유사한 부분에 대해서는 현재 수행하고 있는 내용을 경영시스템(ISO/IEC 17025)에 반영하여 시스템을 구축할 수 있다.

본 기관에서는 표 2에 언급한 항목을 만족하기 위해 경영시스템[품질매뉴얼, 품질절차서(24종), 품질지침서(6종)]체계를 구축 하였다. 모든 항목이 시스템을 구축하기 위해 필요하지만 본 논문에서는 네트워크 장비 관점에서 구축이 어려운 항목에 대해서 중점적으로 설명한다^[4~5].

3. 경영 요구사항

가. 조직

조직 경영은 국제공인시험을 수행함에 있어 조직의 체계 및 조직간 구성원의 책임과 권한을 명확히 함으로써 경영시스템을 효과적으로 운영하여 고객의 욕구를 충족시키고자 하는데 목적이 있다. 업무별 책임과 권한

은 경영책임자, 경영대리인, 품질책임자, 품질책임자(부), 기술책임자, 기술책임자(부), 시험요원, 행정·사무 지원으로 분류한다. 특히 경영대리인은 시험의 공정성 및 신뢰성 확보를 위해 시험결과에 영향을 줄 수 있는 권한행사 및 내·외부의 압력으로부터 자유로움을 보장해야 하며, 과실로 인해 고객에게 손실을 줄 경우 민사상 배상 책임을 져야 한다. 또한 모든 인원에 대한 직무 기술서를 작성해야 하며, 모든 서류에는 서명(승인)을 해야 효력이 발생한다.

나. 시정조치, 내부심사, 경영검토

시정조치는 시험기관이 시험업무 중 발생하는 부적합 사항, 내·외부 심사 부적합사항, 경영검토 지시사항, 고객의 불만사항 등으로 경영시스템 운영에 문제점이 발생했을 경우 시정조치 함으로서 시험 품질에 대한 신뢰성 향상에 목적이 있다. 내부심사는 시험업무와 관련된 품질활동이 계획대로 진행되고 있는지를 내부 심사 계획을 수립하여 정기적으로 경영시스템의 적합성과 유효성을 평가하여 부적절한 부분은 개선하고 시험기관 시험업무 품질의 신뢰성을 높이고자 한다. 경영검토는 시험기관의 최고경영자가 품질방침 달성 및 적합한 시험업무 활동을 위하여 지속적인 경영시스템의 적합성 및 유효성을 유지하고 있는지에 대해 공식적으로 평가를 실시하여 시험기관의 시험품질에 대한 고객의 신뢰성을 확보하고자 한다.

경영검토 보고서의 주요 보고내용은 다음의 9건에 대해 검토 되었다.

- ① 품질방침과 절차의 적합성 보고
- ② 경영시스템 / 책임자 보고 사항
- ③ 내부 심사(특별심사) 일정 및 결과
- ④ 고객 불만 사항
- ⑤ 시정 및 예방조치
- ⑥ 직원 교육 계획 및 실적
- ⑦ 업무실적보고
- ⑧ 비교속련도 시험 또는 측정심사
- ⑨ 향후 계획 및 지속적인 개선

4. 기술 요구사항

가. 직원

경영대리인, 품질책임자, 기술책임자, 시험요원 등 KOLAS 운영에 필요한 인적자원의 자질과 직무능력을

향상시키기 위한 교육을 이수해야 하며, 직원의 담당업무에 따라 KS Q ISO/IEC 17025 : 2006 운영실무 및 측정불확도 추정 교육을 이수해야 한다. 또한 모든 직원에 대한 직무기술서를 작성하여야 한다.

나. 시험절차서 및 시험지침서

본 기관에서 작성한 시험절차서는 Layer 2 이더넷 스위치를 대상장비로 선택하여, IETF 표준에 정의되어 있는 IETF RFC 2544 : 1999와 IETF RFC 2889 2개 항목과 In-house-method를 정의하였다. 하지만 In-house-method에 대해서는 현장심사 과정에서 시험항목의 유효성검정 미비로 자진 삭제 하였다.

In-house-method에 대해서는 단체표준으로 등록하여 시험항목을 추가하는 방식으로 향후 추진할 계획이다.

시험지침서는 IETF RFC 2544 Benchmarking Methodology for Network Interconnect Devices :1999, IETF RFC 2889 Benchmarking Methodology for LAN

표 3. IETF RFC 2544 : 1999
Table 3. IETF RFC 2544 : 1999.

규격명	시험범위 또는 검출한계
Throughput	기능 (Frame 수)
Latency	기능 (us)
Frame Loss Rate	기능 [입력 손실율(0~100) %]
Back-to-back frame	기능 (Frame 수)

표 4. IETF RFC 2889 : 2000
Table 4. IETF RFC 2889 : 2000.

규격명	시험범위 또는 검출한계
Fully meshed throughput, frame loss and forwarding rates	기능 [Frame 수, 입력 손실율 (0~100) %, us]
Partially meshed one-to-many/many-to-one	기능 [입력 손실율 (0~100) %]
Partially meshed multiple devices	기능 [입력 손실율 (0~100) %]
Partially meshed unidirectional traffic	기능 [입력 손실율 (0~100) %]
Congestion control	기능 (Frame 수)
Forward pressure and maximum forwarding rate	기능 (Frame 수)
Address caching capacity	기능 (Address 수)
Address learning rate	기능 (Address 수)
Errored frames filtering	기능 (Frame 수)
Broadcast frame forwarding and latency	기능 [입력 손실율 (0~100) %]

Switching Devices :2000 시험을 수행하기 위해 계측기와 DUT(Device Under Test)간 환경 설정에 관한 상세한 내용을 기록한 문서로서 최초 시험 수행에서부터 결과 값을 도출하는 방법까지 상세히 기술된 문서이다⁶⁾.

다. 시험자간 비교시험

시험자간 비교시험의 목적은 IxN2X(트래픽 발생 및 라우팅 프로토콜 시험장비) 장비를 이용한 IEEE 802.1Q 시험을 수행하는 시험기관의 시험수행 능력비교 및 수행도 평가를 통해 시험기관 문제점 파악, 시험능력 개선, 시험결과의 품질보증 등의 목적이 있다. 참가 기관에서 각각 보유한 시험 장비를 이용하여 동일 시료에 대해 각각 5회 반복 측정된 평균치를 바탕으로 통계적인 차이를 판단하여 KS Q ISO 5725-2에 의한 ANOVA 통계 값에 의한 결과분석과 시험 요원의 시험수행도를 평가한다.

라. 계측기 Test Suites

IxN2X 계측기에서 지원하는 IETF RFC 2544 : 1999, IETF RFC 2889 : 2000의 유효성을 검증하기 위해 STC(Spirent Test Center)장비와 비교측정을 통해 측정 시험의 정밀성, 반복성, 재현성 분석을 통해 시험방법의 유효성을 검증하여 정확하고 신뢰성 있는 시험결과 산출이 가능하다. 또한 시험요원의 자질을 향상하고 유효성 검증방법을 KS Q ISO/IEC 17025의 요구사항에 부합되게 하고, 검증결과를 KS Q 5725(시험방법 및 결과의 정확도)를 통하여 유효성을 검증하였다.

마. 기술 이슈 사항

경영시스템 품질문서 적합성 확인 및 KOLAS 인정 현장평가를 대비하여 심사대상 업무와 관련 문서에 대한 내부심사를 진행하였다. 심사결과 아래와 같이 4건의 부적합 사항이 발생하였으며, 1개월 이내 보완과 시정조치 결과검토 확인이 필요하다.

- NCR-01 : 5.2.2항 기술직원 훈련결과에 대한 효과성 평가 기록 및 자격 평가 기록의 누락 [비교 시험 등이 필요함]
- NCR-02 : 5.5.5항 시험장비에 대한 장비이력 기록정리 보완
- NCR-03 : 5.6항에 따른 시험장비 교정계획서 작성 누락

- NCR-04 : 5.10.2항 시험 업무 이행 보장을 위한 실행기록 보완

상기 내부심사에서 발생한 부적합 사항에 대한 시정 조치는 다음과 같다.

- NCR-01 : 5.2.2항의 요구사항에 따르면 실시한 직원훈련에 대한 효과성 평가를 규정하고 있으며, 관련 규정의 요구에 따라 자격평가 및 부여기록을 요구하고 있으나, 기술직원의 훈련결과 효과성 평가 및 자격평가 기록이 누락되어 기술직원 훈련효과성 평가 및 자격평가 기록을 보완 함.
- NCR-02 : 5.5.5항의 요구사항에 따르면 시험에 활용되는 주요 장비에 대해 관리기록 유지를 규정하고 있으나, 장비이력 등의 기록이 적절하게 기록 작성되지 않아 해당 장비에 대해 이력정리 및 기록내용을 보완 함.
- NCR-03 : 5.6항의 요구사항에 따르면 시험에 활용되는 중요 장비에 대해 SI단위로 측정소급성을 유지토록 규정하고 있으나, 교정 프로그램에 따른 교정실시를 보장하는 교정계획서 작성이 누락되어 해당 장비에 대해 교정계획서(측정소급성 유지)기록을 보완 함.
- NCR-04 : 5.10.2항의 요구사항에 따르면 시험업무의 이행과 발행에 대해 절차규정 및 이행을 요구하고 있으나, 해당 절차서에 의한 시험성적서 실행 기록이 미비 되어 시험성적서 발행 연습 및 시뮬레이션 기록을 보완 함.

IV. 시스템 불확도 산출

1. 시험의 개요

IxN2X 장비를 이용하여 RFC 2544:1999에서 정의한 시험대상 장비의 성능을 측정하고 이때의 측정 불확도를 추정한다.

2. 시험방법

- N2X와 운용 PC를 연결한다.
- N2X와 운용 PC의 시험환경을 설정한다.
- RFC 2544:1999 시험을 시작한다.

3. 측정모델식

$$Y = f(x_a) + f(x_{b1}) + f(x_{b2})$$

불확도 인자 :

- x_a A형 표준불확도 (반복 측정에 의한 표준불확도)
- x_{b1} B형 측정장비 정확도(or 교정성적서 불확도)
- x_{b2} B형 측정장비의 분해능

4. 시험대상 및 측정장치

- 시험규격 : RFC 2544:1999
- 시험장비 : IxN2X
- 측정 개요 : RFC 2544:1999에서 규정한 Throughput, Frame Loss Rate, Back-to-Back Frames, Latency를 계측기에서 지원하는 스크립트를 이용하여 5분간 테스트를 진행한다.

5. 각 인자별 측정불확도 산출

가. Throughput 64 octets 측정값(a)의 표준불확도

- Throughput 64 octets 반복측정에 의한 A형 표준 불확도

횟수	1	2	3	4	5	평균	표준 편차
측정 값	297 617	297 617	297 617	297 617	297 617	297 617	0.00

$$u_{Throughput\ 64\ octets}(a) = s/\sqrt{n}$$

$$u_{Throughput\ 64\ octets}(a) = 0.00/\sqrt{5}$$

$$u_{Throughput\ 64\ octets}(a) = 0.00\ frame$$

자유도는 $n-1 = 5-1 = 4$

나. Throughput 발생 장비의 B형 표준불확도

Throughput 발생 장비의 표준불확도는 정확도(or 교정성적서)에서 인용하여 구할 수 있다. 장비매뉴얼 상의 Digital 신호에 대한 Throughput 측정 장비의 정확도는 무시할 수 있을 만큼의 작은 측정불확도 값으로 추정 ≈ 0 에 근접함.

$$u_{Throughput\ 64\ octets}(b1) = a/\sqrt{3} = 0.0/\sqrt{3}$$

$$u_{Throughput\ 64\ octets}(b1) = 0.00\ frames/s$$

자유도는 ∞

다. 측정장비의 분해능에 의한 B형 표준불확도 분해능의 허용오차가 1.0 frame/s 이므로

$$u_{Throughput\ 64\ octets}(b2) = a/\sqrt{3} = 0.5/\sqrt{3}$$

$$u_{Throughput\ 64\ octets}(b2) = 0.29\ frames/s$$

자유도는 ∞

6. 합성표준불확도 산출(U_c)

○ 합성표준불확도를 다음과 같이 합성하여 산출한다. 그런데 감도계수는 인자 간 상호 독립적이므로

$$u_c^2(y) \cong \sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial f}{\partial x_i}\right)^2 u^2(x_i)$$

$$C_a = f_a = 1, C_{b1} = f_{b1} = 1, C_{b2} = f_{b2} = 1$$

이며

$$u_c(Throughput\ 64\ octets) = \sqrt{(C_a \cdot u_a)^2 + (C_{b1} \cdot u_{b1})^2 + (C_{b2} \cdot u_{b2})^2}$$

$$u_c(Throughput\ 64\ octets) = \sqrt{(1 \cdot 0.00)^2 + (1 \cdot 0.00)^2 + (1 \cdot 0.29)^2} = 0.29$$

$$u_c(Throughput\ 64\ octets) = 0.29\ frames/s$$

따라서 측정값(Throughput 64 octets)의 합성표준불확도는 다음과 같다.

$$u_c(Throughput\ 64\ octets) = \sqrt{(0.00)^2 + (0.00)^2 + (0.29)^2} = 0.29\ frames/s$$

○ 유효자유도 산출 (Effective degree of freedom) 포함인자 k 를 구하기 위해서 Welch-Satterthwaite 공식을 이용하여 다음과 같이 유효자유도를 산출한다.

$$\nu_{eff} = \frac{[u_c(Throughput\ 64\ octets)]^4}{\frac{[c_a u(x_a)]^4}{\nu_a} + \frac{[c_{b1} u(x_{b1})]^4}{\nu_{b1}} + \frac{[c_{b2} u(x_{b2})]^4}{\nu_{b2}}}$$

$$\nu_{eff} = \frac{[0.29]^4}{\frac{[0.00]^4}{4} + \frac{[0.00]^4}{\infty} + \frac{[0.29]^4}{\infty}} = \infty$$

$$\nu_{eff} \cong \infty\ \text{신뢰수준 약 95\%, 포함인자 } k=2$$

7. 확장불확도 산출(U)

○ 확장불확도 U 는 합성표준불확도에 포함인자 $k=2$ 를 곱하여 산출한다.

$$U = k \cdot u_c$$

$$U = 2 \times 0.29 = 0.58$$

$$U = 0.58\ frames/s$$

8. 측정 결과

측정불확도 표현은 시험결과값 \pm 확장불확도로 한다. Throughput 64 octets : (297 617 \pm 0.58) frames/s 따라서 측정값 및 측정불확도는 다음과 같이 표현할 수 있다.

Throughput 64 octets : (297 617 \pm 1)frames/s (신뢰수준 약 95%, $k = 2$)^[7~9]

9. 불확도 산출 요약표

구분	기호/정의	1	2	3	4	5	6
-	양(Xi)	추정값 xi	표준불확도 u(xi)	확률분포	자유도 ν	감도계수 ci	불확도 기여율
A	u(a)	297 617	0.00	-	4	1	0.0 %
B	u(b1)	-	0.00	-	∞	1	0.0 %
C	u(b2)	-	0.29	-	∞	1	100.0 %
u_c	합성표준불확도 $u_c(Throughput\ 64\ octets) = 0.29\ frames/s$ 유효자유도 $\nu_{eff} = \infty$, 포함인자 $k=2$						
U	확장불확도 $U = 0.58\ frames/s$						
-	측정불확도 표현 : Throughput 64 octets : (297 617 \pm 1) frames/s (신뢰수준 약 95 %, $k=2$)						

V. 결 론

스위치나 라우터를 포함하는 유선네트워크 분야에서 KOLAS 공인시험인정 기관 부제로 유선 네트워크 장비에 대해서는 공인시험인증서를 발급 받을 제도적 기

반이 마련되어 있지 않다. 네트워크장비의 공인시험성적서 발급은 점차 증가되고 있는 기술 무역장벽에 대해서도 적극적으로 대처할 수 있는 발판이 마련되었다는 점에서 의의가 있다. 본 논문은 공인시험기관 인정을 획득하는 과정에서 필수 항목인 측정불확도 추정과 노하우에 대해 기술하였으며, 향후 KOLAS 공인시험인정을 추진하는 기관에서 네트워크 장비와 계측기의 특성으로 인해 발생하는 문제들에 대해 도움이 될 수 있기를 바란다. 또한 네트워크장비 공인시험 및 시험·인증제도 구축과 관련된 많은 연구가 계속 되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 이준원, “네트워크장비 시험체계에 관한 연구,” 한국콘텐츠학회논문지, 제4권 제2호, 2004년 6월
- [2] 홍용기, “ISO IEC 17025 규격에 의한 국제 공인시험평가 시스템,” 한국철도학회지, 제3권 제3호, 2000년 9월
- [3] www.kolas.go.kr
- [4] 이진근, 김춘택, 차봉준, 양수석, 이대성, “KOLAS 및 ISO 9001 품질경영 시스템 구축,” 유체기계저널, 제6권 제4호, 66-69쪽, 2003년 12월
- [5] 홍용기, “ISO/IEC 17025규격에 의한 국제 공인시험평가 시스템,” 철도저널, 제3권, 제3호, 39-45쪽, 2000년 9월
- [6] www.ietf.org
- [7] 송태승, 김태연, 유준, “능동형 RFID 태그에서 자체 시험 모드를 순차적으로 적용한 적합성 평가방법,” 전자공학회논문지, 제45권, 제6호, 204-212쪽, 2008년 11월
- [8] “Guide to the expression of uncertainty in measurement, first edition,” ISO, 1995년
- [9] 우진춘, “측정 및 분석 결과의 불확도(I),” 분석과학, 제13권, 제2호, 97-104쪽, 2000년 4월

저 자 소 개

이재정(정회원)
대한전자공학회 논문지
제48권 TC편 제2호 참조

남기동(정회원)
대한전자공학회 논문지
제48권 TC편 제2호 참조

류한양(정회원)
대한전자공학회 논문지
제48권 TC편 제2호 참조

김창봉(평생회원)
대한전자공학회 논문지
제48권 TC편 제2호 참조