

主 題

디지털 전송망의 오류성능 구현 및 설계

한국루슨트 테크놀로지스(주) 채 진 석
한국통신기술평가센터 이 응 록, 이 상 흥

차 례

- I. 서론
- II. 전송망성능 평가모델
- III. 성능 및 가용도 목표치
- IV. 성능목표치에 의한 전송망 설계
- V. 결론

요약

정보통신망의 진화가 PSTN 중심의 협대역서비스에서 멀티미디어서비스를 지향하는 광대역통신망으로 진행함에 따라 디지털 전송망의 오류성능 구현 및 설계 기술과 그 개념도 변화되었다. 이를 반영하여 본 고에서는 전송망의 오류성능을 설계하기 위해 분석을 토대로 기술적인 설계방법을 제시하였다. 또한 현재까지 구현된 기술의 분석 및 고찰을 통해 오류 성능 설계를 위한 발전적인 방향을 제시하고자 한다.

I. 서론

통신사업자의 관점에서 중요시 되는 사항은 정보통신망의 계획, 설계, 운용 및 유지보수에 있어서 경제적인 비용으로 고객이 만족할만한 고품질의 서비스를 제공하는 것이다. 다수의 통신시스템 공

급자로부터 공급된 다양한 통신시스템의 출현은 통신사업자에게 어려운 선택을 하도록 한다. 통신시스템의 기능이 아무리 우수하더라도 통신망에 투입되어 원하는 성능을 유지하지 못한다면 고객이 만족할만한 서비스를 제공하기가 어려울 것이다. 또한 통신사업자가 통신망의 오류성능 설계에 대한 기술적인 고려없이 시스템만 비중을 두고 통신망을 구축하면 원하는 성능을 획득하기 어려울 뿐만 아니라 시스템의 과투자로 인한 유휴 시설의 증가와 이에 대한 비용의 증가로 경제성을 획득하기가 어렵게 된다. 그러므로 디지털전송망의 오류성능 설계는 시스템 개발자, 벤더 및 통신사업자에게 매우 중요한 기술이다. 즉, 엔지니어링 개념의 설계기술을 도입함으로써 통신사업자는 투자의 경제성을 실현하고 운용 및 유지보수를 안정적으로 할 수 있다. 또한 통신시장 개방환경에서 사업자의 경쟁력을 향상시킬 수 있으며 장비개발자에게는 우수하고 안정된 장비를 개발토록 유도할 수 있다. 디지털전송망의 오류성능 설계는 소위 전송품질 기준을 통신망으로 도입하는 것을 의미한다. 적절

한 품질기준에 의한 설계는 사업자에게 최적의 정보통신망 가용도 획득을 가능하게 한다. 유선망이든 무선망이든 이를 운용하는 사업자는 최고의 가용도를 유지하고자 한다. 유선망의 경우는 감손(impairments) 요인으로 인한 통신망 성능의 변동이 크지 않지만 무선망의 경우는 대기라는 매질에서의 환경적인 요인에 의한 전파전파의 변동폭이 커서 설계를 어렵게 한다. 그러나 디지털전송망의 오류성능 설계는 통신망 설계의 최종적인 단계로서 사업자가 반드시 구현하고 적용해야 하는 기술 분야이다. 한국통신의 경우 통신망 성능설계를 위한 전송품질기준은 64kbps 속도까지의 회선교환망에 적용되는 ITU-T G.821 (1980버전)을 근간으로 하고 있으나 PDH 및 SDH의 계위속도를 적용하기에는 부적합하다. 그나마 PDH 계위속도의 경우 DS0급으로 정규화하는 근사적인 방법이 있었으나 설계 및 운용을 하기 위한 기준으로는 적당하지 않다. 한편 ITU-T SG13은 1993 - 1996 회기에서 '80버전을 개정하였다. 본 권고는 제1차속도(T1/E1급) 미만의 정보통신망에 적용된다. 이전 버전과는 속도뿐만 아니라 오류성능 설계의 파라미터 및 목표치에서 장비 및 값의 차이가 있다. 제1차속도 이상의 정보통신망은 G.826을 기반으로 설계한다. 이 권고는 셀기반의 형태나 SDH 또는 PDH 기반의 프레임 구조로 매핑되는 ATM 통신망의 성능설계 개념을 도입하고 있으나 물리계층에서의 설계에 적용된다. 전세계적으로 ATM계층이나 AAL계층에서의 성능 설계는 연구중이다. 제2, 3계층에 대한 기술개발이 이뤄질 경우 전달망 개념의 광대역통신망의 설계방법을 구현할 수 있게 된다. 이러한 개념은 정보통신망을 광대역화하는 데에 기초하고 있다. 즉 ATM기술을 통신망의 단대단으로 적용하고자 하며 가변데이터의 채널까지 설계할 수 있는 목표를 지향하고 있다. G.826이 광대역 정보통신망의 성능 설계에서 미치는 영향은 지대하다. 기존에는 서비스를 제공 중인 통신망의 오류성능을 감시하거나 평가할 수 없었다. 즉 서비스 중단상태(Out of service)에서 채널의 중단

점사이에 사전에 비트 시퀀스의 일정한 정보를 알고 있는 상태에서 감손이 채널 데이터에 영향을 주는 정도의 결과를 측정점에서 수신하여 그 성능을 판단할 수 있었다. 그러나 G.826에서는 서비스 중이라도 통신망 성능을 분석할 수 있는 ISM(In Service Monitoring)개념이 도입되어 진보적이라 할 수 있다. 또한 목표치가 전송매체에 독립적이고 블록기반의 측정에 기초한다는 점에서 기존과는 개념이 다르다. 본 고에서는 이러한 발전적인 개념에 근거한 디지털전송망의 성능설계를 위해 경로에 대한 오류성능 파라미터와 그 할당방법에 의한 목표치를 통신망에 적용하는 기술과 성능을 분석한 설계기술을 논하였다. 또한 당 연구본부에서 연구활동의 기술적인 분석 결과로서 정보통신망의 설계를 위한 기술적인 조건과 분석에 따른 고찰 그리고 구현 및 설계 관점의 디지털전송망의 오류성능을 분석하였으며 오류성능 설계기술의 개발방향을 제시하고자 한다.

II. 전송망성능 평가모형

2.1 성능목표치의 개념

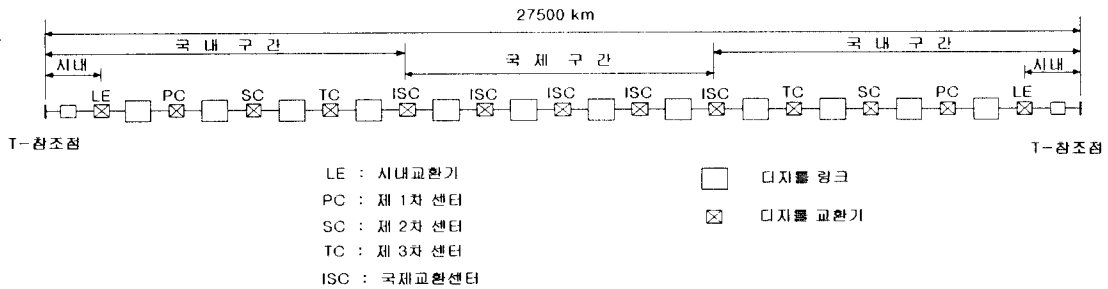
전송망의 성능과 관련되는 회선품질은 전송로상의 감손에 의해 영향을 받게 된다. 이러한 감손은 라우드니스정격(LR : Loudness Rating), 잡음, 감쇠 왜곡, 누화, 신호간섭, 스푸리어스 변조 및 디지털시스템 내에서의 오류효과 등이 있으며 통신시스템 설계 기준의 변수가 된다. 이러한 감손의 변수에 영향을 주는 통신망 구성요소의 허용 목표치는 회선, 전송시스템 및 교환장비의 설계에 대한 기준이 되며 다음과 같은 형태의 목표치로 나타나게 된다.

- 통신망의 성능목표치 (performance objectives)
- 회선, 전송 및 교환장비의 성능목표치
- 전송 및 교환장비의 설계목표치(design

objectives)

- 회선, 전송 및 교환장비의 위입목표치 (commissioning objectives)
- 회선, 전송 및 교환장비의 유지보수/서비스 한계치(maintenance/service limits)

전송로에서 측정할 수 있는 감손에 대한 성능목표치는 목표로 설정한 값에 대해 통계적인 값으로 기술된다. 성능목표치는 통신사업자가 고객에게 고품질의 안정된 서비스를 제공하기 위한 목표치이다. 설계목표치는 전송 및 교환시스템의 측정가능한 잡음, 오류율, 감쇠왜곡 등의 감손에 대한 것으로 (그림1) 표준의사모델(참거리기준)



로 전원공급 전압, 신호부하, 온도, 습도 등과 같은 변수들에 의해 정의될 수 있는 전기적·물리적 환경에서 운용되는 목표이다. 많은 경우에 있어서 이 목표치는 시스템의 개발 및 조달의 규격사항이 된다. 위입목표치는 다른 설계의 장비 부분과 균일부분의 실제적인 측정과 계산에 의한 값의 목표치이며 ITU권고에서 정하지는 않는다. 유지보수/서비스 한계치는 서비스 품질 제공정도의 범위를 정한 목표치이다. 서비스 제공에 있어서 유지보수 시점이 견딜 수 있거나 서비스를 제공할 수 없어 유지보수를 해야 한다는 경계를 나타내는 값을 정확히 정할 수는 없으나 서비스를 제공할 수 없다는 것으로 간주할 수 있는 특정 값의 감손의 범위를 정하는 것은 가능하다. 이상과 같은 목표치 중에서 본 고에서는 통신망의 성능목표치에 대해 기술하고자 한다.

2.2 표준의사모델(Hypothetical Reference Model)

표준의사모델은 디지털전송망에서 오류성능 목표치의 실제적인 적용을 위해 분석의 근거를 제공하기 위한 표준적인 방법으로서 정보통신망의 안정된 성능을 획득할 목적으로 정의된다. 표준의사모델의 사용은 통신망 구성요소에 성능목표치의 할당을 용이하게 한다. ITU의 관련권고는 국가마다 다른 거리별, 조건별로 구성되는 다양한 링크에 대한 성능목표치를 기술하지는 않으며 통신망에 대한 표준의사모델에 성능목표치의 할당에 대한 사항만을 기술한다. 따라서 다양한 링크에 대한 성능 설계는 통신사업자의 몫이다.

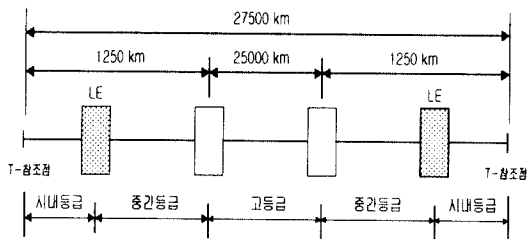
표준의사모델은 적용 방법에 따라 크게 HRX(Hypothetical Reference Connection), HRDL(Hypothetical Reference Digital Link), HRDS(Hypothetical Reference Digital Section)으로 구분된다. HRX는 총 성능목표치의 모델로서 목표치의 공식화를 용이하게 한다. 성능 파라미터에 대한 총 통신망 성능목표치는 사용자 요구치와 일치할 필요가 있으므로 그러한 목표치는 매우 긴 접속선(connection)을 대표하는 통신망모델과 관련되며 (그림 1)과 같다.

(그림 1)에서 PC, SC, TC는 국내구간의 교환기를 의미한다. T-참조점은 통신망 종단장치와 가입자장치 사이의 참조점이다. 국내구간에서 큰 면적의 국가에서는 PC나 SC까지만 구축될 수 있으나 작은 면적의 국가는 TC까지 구현된다. ISC(International Switching Center)는 국제관문국 또는 국제교환센터로서 국제구간과의 경계선에 위

치하며 국내구간과 국제구간의 정확한 접속점은 ISC의 교환기능이 이뤄지는 부분에 해당된다. 디지털전송망의 구현 및 설계는 모델과 실제 통신망의 차이를 고려하여 이뤄진다. (그림 1)의 표준 HRX 이외에 ITU-T G.801은 경로길이가 11000km 및 10000km인 HRX를 권고하고 있다. HRDL은 비트 오류, 지터 및 윈더, 슬립, 전송지연의 분석을 용이하게 하기 위해 가령, 전송시스템, 다중화장치, 역다중화장치, 디지털 패드 등을 포함하는 통신망을 정의하기 위한 모델로서 HRX의 구성요소로 간주된다. 디지털링크는 1개 이상의 디지털 구간, 즉 다중화/역다중화를 포함하며 교환기능은 포함하지 않는다. HRDL의 적당한 경로길이가 2500km가 고려된다. 때때로 무선통신망에서는 HRDP(Hypothetical Reference Digital Path)라는 용어로서 사용된다. HRDS는 전송시스템(디지털선로 및 무선시스템)의 성능규격을 결정하기 위해 도입되는 모델로서 HRDL의 구성요소이다. HRDS에 관련되는 2가지 형태의 성능 요구사항이 있다. 실제 통신망에서 구현될 목표치인 통신망성능 목표치(NPO)와 특정의 전송매체와 전송기술을 사용하는 시스템의 설계자에게 가이드를 제공하는 장비설계 목표치(EPO)가 있다.

이상과 같은 개념하에 ITU에서는 정보통신망에 오류성능 파라미터와 목표치를 적용할 수 있는 모델인 HRX(Hypothetical Reference Configuration)와 HRP(Hypothetical Reference Path)를 제시하고 있

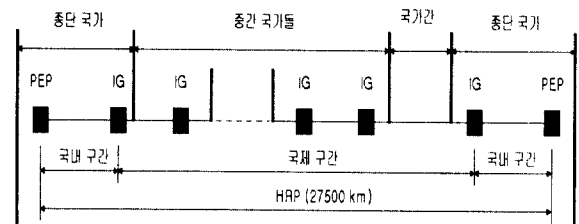
(그림 2) HRX의 회선품질 구분



다. HRX는 음성 트래픽이나 데이터 형태의 서비스인 베어러 채널에 대해 적용되는 $N \times 64$ kbit/s ($1 \leq N \leq 24$ 또는 31)의 속도인 회선교환망의 각 방향에 대해 성능목표치가 적용되는 모델로서 (그림 2)와 같다. (그림 2)는 총 길이가 27500 km이고 (그림 1)로부터 유도된다.

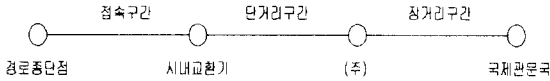
HRP는 제1차속도 이상 각 방향의 27500 km 단단 경로에 대해 적용되는 PDH, SDH 또는 셀 기반의 전달망의 모델로서 (그림 3)과 같다. 이 모델은 광 파이버, 디지털 무선중계, 금속 케이블 및 위성통신시스템에 적용된다. PEP(Path End Point)는 경로종단점으로 경로가 IG (국제관문국)에서 종단되는 것으로 고려되며 국제구간의 성능목표치 할당만이 적용된다. 구간 중에서 중간국가는 한 국가당 1개나 2개의 국제관문국이 정의되며 중간국가의 수는 4개가 고려된다. 또한 국가간 경로는 해저 케이블에 대해 전송되는 구간을 의미한다.

(그림 3) Hypothetical Reference Path



제 1차속도 이상의 일정한 비트 속도에서 운용되는 국내구간의 디지털 무선중계망의 성능목표치를 위한 모델은 (그림 4)와 같으며 27500 km의 HRP의 국내구간에 해당한다. (그림4)에서 (주) 부분은 통신망의 구조와 관계 없이 제1차센터, 제2차센터, 제3차센터를 의미한다.

(그림 4) 디지털 무선중계망의 국내구간



Ⅲ. 성능 및 가용도 목표치

디지털전송망의 성능설계를 위한 오류 및 가용도 성능 목표치는 제 1차속도 미만 및 이상의 속도별로 구분된다. 즉 오류성능 목표치의 경우 제1차속도 미만은 ITU-T G.821을 기반으로 하며, 제 2차속도 이상은 ITU-T G.826을 기반으로 한다. 그러나 (그림2)와 (그림3)에서 적용되는 목표치는 적용에 있어서 개념을 달리하고 있다. G.821 및 G.826은 데이터 속도에 따른 목표치를 블록 및 거리에 따른 목표치로 설정하고 있다. 가용도 목표치는 현재까지 0.999 이상의 값을 통신망의 구간 및 구성요소에 관계없이 일률적으로 적용하고 있다. 그러나 최근에는 통신망의 구간 및 구성요소를 달리하고 있어 이에대한 사항을 고찰하고자 한다.

3.1 오류성능 이벤트 및 파라미터

디지털전송망의 오류성능은 속도별 적용기술이 다르다. 그 적용범위는 제1차속도 이상과 미만의 속도로 구분된다. ITU-T G.821을 기반으로 하는 제 1차속도 미만을 적용하는 경우, 오류성능 이벤트와 파라미터는 <표 1>과 같다. 설계를 위한 측정시간은 가용시간과 비가용시간으로 구분되며 오류

성능 파라미터는 가용시간에 대해서만 고려된다. 비가용시간은 10개의 연속적인 SES(Severely Errored Second)가 발생될 때 시작되며 가용시간은 다시 10개의 초가 10-3보다 좋을 때 시작된다. 비가용시간의 선언은 첫 번째 SES부터 시작된다.

<표 1> 이벤트 및 파라미터의 정의 (제1차속도 미만)

이벤트 및 파라미터		정의
이벤트	ES	1개이상의 오류 비트가 있는 1초의 주기
	SES	1×10^{-3} 이상의 비트 오류율을 가지는 1초의 주기
파라미터	ESR	가용시간의 고정된 측정기간 동안의 총 시간(초)에 대한 ES의 비
	SESR	가용시간의 고정된 측정기간 동안의 총 시간(초)에 대한 SES의 비

제 1차 속도 이상의 오류성능 이벤트와 파라미터는 <표 2>와 같으며 ITU-T 권고 G.826을 기반으로 하고 서비스 중에서의 운용 및 유지보수에 적용된다. 서비스 중에 측정되는 목표치는 비서비스중에 측정된 목표치보다 부정확하지만 시스템 설치 단계에서 이뤄지므로 정확히 구현할 수 있게 된다. 서비스 중에 각각의 블록은 가령, BIP(Bit Interleaved Parity)나 CRC(Cyclic Redundancy Check)와 같은 EDC(Error Detection Code)에 의해 감시되어 측정된다. 여기서, 블록이란 경로와 연관이 있는 연속적인 비트들의 집합을 의미한다. 서비스 중의 감시능력은 오류 이벤트를 감지할 확률이 Poisson 오류분포를 고려할 때 90% 이상이 되도록 EDC 능력을 가지는 시스템에서 구현된다.

〈표 2〉 이벤트 및 파라미터의 정의 (제1차속도 이상)

이벤트 및 파라미터		정 의
이벤트	EB	1개이상의 오류비트가 있는 블록
	ES	1개이상의 오류블럭이 있거나 최소 1개의 결함이 있는 1초의 주기
	SES	30%이상의 오류블럭이 있거나 최소 1개의 결함이 있는 1초의 주기
	BBE	SES의 부분으로서 발생하지 않는 오류블럭
파라미터	ESR	가용시간의 고정된 측정기간 동안의 총 시간(초)에 대한 ES의 비
	SESR	가용시간의 고정된 측정기간 동안의 총 시간(초)에 대한 SES의 비
	BBER	가용시간의 고정된 측정기간 동안의 총 블록에 대한 BBE의 비

연속적인 SES의 발생은 비가용시간의 전조이다. G.826에 의하면 2초이상 10초 미만으로 SES가 지속되면 교환서비스의 단절과 같은 서비스에 심각한 영향을 주게 된다. 이러한 것을 고려하여 설계시 SESR을 일정하게 유지하도록 한다.

3.2 오류성능 목표치

성능목표치는 국내통신망이나 국제통신망 사업자에게 통신망 설계 및 서비스 계획을 용이하게 하면서 실제의 운용조건에서 예상되는 오류성능에 대한 기준을 제공한다. 디지털전송망을 설계할 때 성능목표치를 높게 하면 통신사업자에게 시설투자비 및 운용비를 저렴하게 할 수 있으나 고객에 대한 서비스의 품질이 저하되고 잦은 유지보수를 초래할 수 있다. 반면에 낮은 성능목표치에 의한 통신망 설계는 고객에게는 우수한 품질의 서비스를 제공할 수 있으나 사업자에게는 과중한 투자부담을 지울 수도 있으며 유지보수에 있어 비경제적으로 될 수 있다. 따라서 정보통신망의 설계의 핵심은 이러한 장·단점을 고려하여 고객에게는 우수한 품질, 사업자에게는 경제적인 통신망 구축 및

운용이라 할 수 있다.

제1차속도 미만의 성능목표치는 (그림2)의 HRX에 대해 SESR은 0.002이하, ESR은 0.08이하의 값이 적용된다. 제1차속도 이상의 성능목표치는 (그림3)의 HRP에 대해 〈표 3〉과 같이 정하고 있다.

〈표 3〉 HRP의 오류성능 목표치 (제1차속도 이상)

속도 (Mbps)	1.5~5	>5~15	>5~55	>55~160	>160~3500
비트수 /블록	800 - 5000	2000 - 8000	4000 - 20000	6000-20000	15000-30000
ESR	0.04	0.05	0.075	0.16	미확정
SESR	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
BBER	2×10^{-4}	2×10^{-4}	2×10^{-4}	2×10^{-4}	10^{-4}

〈표 3〉에 의한 통신망 설계시 ESR, SESR, BBER의 성능목표치를 동시에 만족하여야 하며 권고된 평가기간은 1개월로 한다. 그러나 안정된 조건의 유선망과는 달리 무선통신망을 설계할 때는 가능한한 최악월을 고려하여 설계해야 한다. 무선통신망은 기후적인 요소인 온도, 대기압, 수증기압과 대기의 굴절을 및 대기가스 분포와 전파전파의 장애물에 대한 회절, 반사, 굴절의 환경적인 요인에 영향을 크게 받는다. 이러한 요소들은 계절적인 요인에 좌우되므로 1년 12개월중 전파환경이 가장 좋지 않은 최악월을 고려하여 설계해야 한다. 현재 〈표 3〉에 의한 설계는 모든 채널속도를 지원하지는 않는다. 예를 들면 VC-4를 4개로 연결하여 구성되는 경로의 속도인 601Mbps의 경우, 블록당 비트의 수는 75168개로서 표의 범위에서 벗어나 적용할 수 없으며 단지 BBER의 경우만 4×10^{-4} 의 값을 사용하고 있다. 또한 601Mbps까지의 경로의 ESR은 0.16을 적용하고 있다.

3.3 가용도 목표

가용도 목표치는 24시간을 단위로 1년 동안의 측정기간을 기준으로 정해지며 보통 0.999로 한다. 그러나 '96년도에 권고된 ITU-T G.827은 통신망모델에서의 망 요소별로 가용도 목표치를 달리 정하고 있다. 이 권고는 제1차속도 이상의 경로요소에 적용되는 개념만을 언급하고 있어 실제적으로 적용될 수 없으나 조만간 완전한 권고로서 개정될 것이다. 본 권고에서는 2가지의 경로모델을 정하고 있다. 국제구간만으로 구성되는 경로와 국내 및 국제구간으로 구성되는 경로가 있으며 그 경로 구성 요소는 ICPC, IPCE, NPE가 있다. 가용도 목표치를 구하기 위해 경로요소는 거리별로 정해 10000km 이상과 미만으로 구분하며 미만인 경우 500km 단위로 세분하여 성능목표치를 산출하도록 하고 있으나 구체적인 방법은 ITU-T SG13에서 조만간 구현될 전망이므로 당분간 0.999를 적용한다.

IV. 성능목표치에 의한 전송망 설계

4.1 성능목표치의 할당

제1차속도 미만의 경로에 대해 ITU-T G.821에서는 기본적으로 (그림2)의 각 구간에 성능목표치를 할당하고 있다. SESR을 0.002, ESR을 0.08로 정하고 있다. 이러한 성능목표치를 각 구간인 한 단의 시내등급에 15%의 블록허용치, 중간등급에 15%의 블록허용치 그리고 고등급에 40%를 할당하고 있다. 시내등급 및 중간등급은 거리에 관계없이 블록허용치에 대해 15%를 할당하며 25000km의 고등급은 거리를 기준으로 40%를 할당하고 있다. 따라서 고등급에 대한 할당치는 km당 0.0016%이다. 이와 같은 할당방법에 의해 ESR과 SESR을 계산하면 <표 4>와 같다. 그러나 <표 4>의 SESR에 대해서는 0.001만을 상기의 할당방법에 의해 정하고 있다.

고등급에 위성구간이 있는 경우 0.0002를 할당하고 그 외 구간에 0.0002를 할당한다.

<표 4> ESR 및 SESR의 할

회선 등급	성능 목표치	
	ESR	SESR
시내 등급	0.012	0.00015
중간 등급	0.012	0.00015
고등급	0.032	0.0004

나머지 0.001의 SESR은 악조건에 노출되는 디지털전송망의 중간등급과 고등급에 할당되는 블록허용치이다. 이러한 악조건은 통신망은 환경요인에 영향을 받는 무선통신망을 의미한다. 무선통신망에 여분의 SESR을 주는 이유는 무선통신망의 설계가 1년 12개월중 통신환경에 최악한 최악월을 기준으로 설계되기 때문이다. 따라서 중간등급과 고등급에서 사용되는 2500km의 무선중계망에 0.0005 SESR, 위성 HRDP에 0.0001 SESR이 추가적으로 할당된다. 제 1차속도 이상의 경로에 대한 성능목표치는 (그림3)의 국내구간과 국제구간으로 구분되어 할당된다. 국내구간은 HRX의 액세스망인 시내등급과 트렁크를 포함한 국간중계망인 중간등급에 해당된다. 한 단의 국내구간은 단대단 목표치의 고정된 블록허용치 17.5%가 할당되며 거리기반의 할당치가 더해진다. 보통 PEP와 IG사이의 구간거리가 계산된다. 이 구간이 무선인 경우는 구간거리에 routing 팩터를 곱함으로써 유선의 구간거리와 등가로 비교할 수 있도록 환산한다. 무선의 구간거리가 1000 km 미만이면 routing 팩터 1.5를 곱하고 1000 km 이상 1200 km 미만이면 1500 km로 환산하며 1200 km 이상이면 routing 1.25를 곱한다. 이 구간에서의 거리는 500 km 단위로 반올림한다. 각각의 국내구간은 최소한 500 km를 포함하며 500 km 당 1%를 할당한다. 만일 국내구간이 위성경로

를 포함하면 단대단 목표치의 42%의 허용치가 할당된다. 이때 42%의 허용치는 거리기반의 허용치와 17.5%의 블록허용치를 대신하게 된다. 국제구간은 중간국가 당 2%의 블록허용치에 각각의 종단국가에 대해 1%의 허용치를 더하며 거리기반의 허용치가 더해진다. 연속적인 IGs 사이의 무선구간은 국내구간에 대해 적용되는 것과 같은 routing 팩터를 곱하여 환산된다. 이 구간에서의 거리는 500 km 단위로 반올림되며 26500 km를 초과하지 않는다. 국제구간에 할당치가 6% 미만이면 일률적으로 6%의 값이 적용된다. 거리에 관계 없이 국제구간에서 위성경로는 35%의 허용치가 할당된다. 이때 이 허용치는 국제구간에서의 블록허용치와 거리기반의 허용치를 대신한다.

4.2 설계값의 구현

ITU 권고는 어느 특정 국가의 통신망에 적용되는 표준을 권고하지 않는다. 물론 ITU-T G.826에 의하면 어느 특정 통신망에 적용되는 기준을 별도의 권고로 정함을 기술하고 있다. 통신사업자는 권고된 표준을 자신의 특성에 맞게 적용하는 노력이 필요하다. 우리나라의 경우 국토의 면적이 협소하여 (그림2)의 시내등급과 중간등급, (그림3)의 국내구간 만을 고려하면 된다. 제1차속도 미만의

ESR 경우의 시내등급인 액세스망 구간과 중간등급인 국간중계망에는 거리에 관계없이 0.012 ESR을 적용하여 설계한다. SESR은 액세스망 구간에 0.00015를 적용한다. 또한 국간중계망이 유선망으로 설계하면 0.00015를 적용하고 무선망으로 설계하는 경우는 0.00015에 악조건의 요소를 더한다. 여기서 악조건의 요소란 고등급과 국간중계망에 2500km의 무선중계망에 대한 HRDP가 구축되는 경우 0.0005 SESR을 고려함을 의미한다. 또한 위성의 HRDP가 설계되는 경우는 0.0001 SESR을 할당한다. 무선중계망과 위성통신망이 병행되어 설계되면 0.0006 SESR을 할당한다. 제1차속도 이상의 경우 국내구간에 적용되는 성능목표치의 허용치는 17.5%에 거리기반의 허용치를 500 km 당 1%를 더한다. 따라서 우리나라의 경우 통신망 경로의 거리를 500km로 하면 전체 성능목표치의 할당 비율은 18.5%가 된다. 국내구간의 성능목표치를 블록기반과 블록기반 및 500km의 거리기반으로 구분하여 계산한 결과는 <표 5>와 같다.

제1차속도 이상의 무선통신망은 (그림4)를 참조하여 제1차속도 미만의 경우처럼 routing 팩터를 고려한 후 <표 5>를 적용하여 설계한다. 무선통신망의 설계는 ITU-R F.1189에서 기술된 것과 같이 국내구간을 접속구간, 단거리구간, 장거리구간으로 구분하여 설계한다. (그림4)에서 단거리구간과 장거리구간의 구분점은 제1차, 2차, 3차 센터가 설치

<표 5> 국내구간의 성능목표치

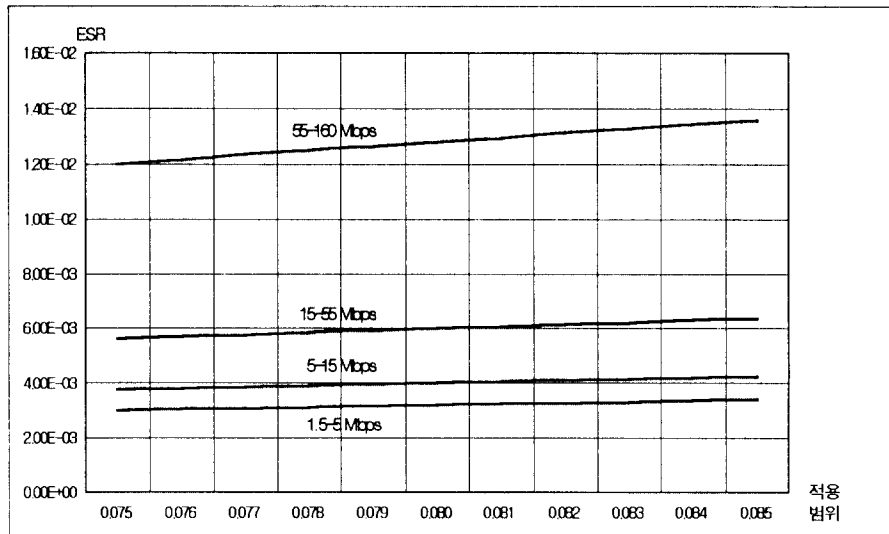
속도(Mbps)		1.5 ~ 5	>5~15	>5~55	>55~160	>160~3500
비트 수/블록		800 - 5000	2000 - 8000	4000 - 20000	6000-20000	15000-30000
ESR	블록기반	0.007	0.00875	0.013125	0.028	미확정
	블록 및 거리기반	0.0074	0.00925	0.013875	0.02875	미확정
SESR	블록기반	0.00035	0.00035	0.00035	0.00035	0.00035
	블록 및 거리기반	0.00037	0.00037	0.00037	0.00037	0.00037
BBER	블록기반	3.5×10^{-4}	3.5×10^{-4}	3.5×10^{-4}	3.5×10^{-4}	3.5×10^{-4}
	블록 및 거리기반	3.7×10^{-5}	3.7×10^{-5}	3.7×10^{-5}	3.7×10^{-5}	1.85×10^{-5}

되어 있는 지점이다. 즉 접속구간은 액세스망이고 단거리구간은 중계기능의 국간중계망이며 장거리구간은 교환기능의 교환망이다. (그림5)는 정보통신망의 설계를 위한 접속구간 및 단거리 구간에서의 속도별 오류초율(ESR)를 계산하여 그래프로 나타낸 그림이다. 세로축은 오류초율을 의미하고 가로축은 적용할 수 있는 값의 범위로서 사업자마다 다르게 적용할 수 있다. 따라서 55-160Mbps의 경로에 대한 오류초율의 범위는 0.012부터 0.0136까지이다. 접속구간과 단거리구간은 경로에 대한 데이터 속도가 높음에 따라 오류초율이 높으며 거리의 장단과는 관련이 없음을 알 수 있다. 과오류초율(SESR)와 배경블록오류율(BBER)은 접속구간과 단거리구간에 대해 각각 1.5×10^{-4} 부터 1.7×10^{-4} 까지 그리고 1.5×10^{-5} 부터 1.7×10^{-5} 까지의 범위를 가진다.

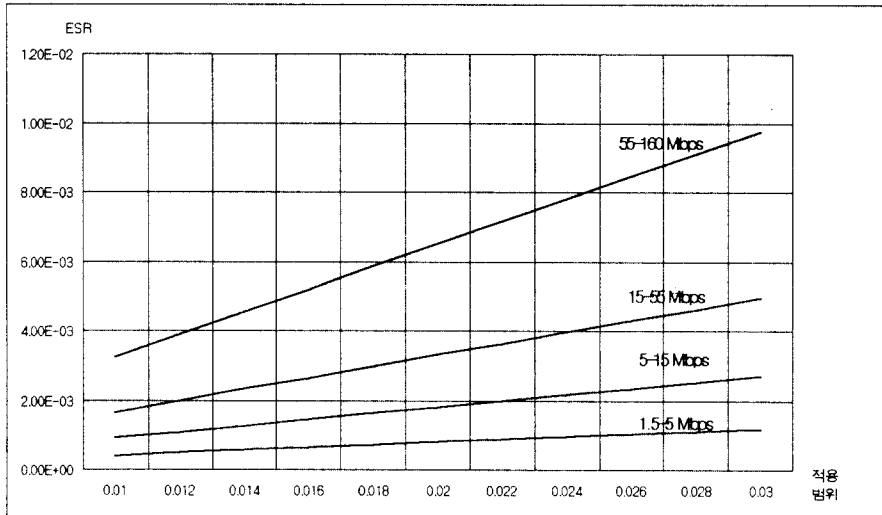
무선통신망의 장거리구간에 대한 손실할당은 블록기반과 거리기반으로 적용된다. 즉 오류초율, 과

오류초율, 배경블록오류율은 경로데이터 속도의 증가에 따라 증가하고 거리가 증가함에 따라 증가한다. 이때 거리에 있어서는 500km 단위로 반올림하여 산정한다. 따라서 우리나라의 경우 통신사업자의 오류성능 목표치를 결정하는 값의 범위를 0km와 500km로 구분할 수 있다. 0 km의 값의 범위는 0.01부터 0.02까지이며 500km의 범위는 0.02부터 0.03까지이다. (그림6)은 정보통신망의 설계를 위한 장거리구간에서의 0.01부터 0.03까지의 값의 범위를 갖는 속도별 오류초율(ESR)을 계산하여 그래프로 나타낸 그림이다. 데이터의 전송속도가 높아짐에 따라 적용범위에 따른(그림 5) 접속구간 및 단거리구간의 오류초율(ESR) 기울기가 급격해진다. 즉 통신사업자의 선택의 범위가 넓어지며 속도에 따른 성능목표의 할당치가 많음을 알 수 있다.

(그림 5) 접속구간 및 단거리구간의 오류초율 (ESR)



(그림 6) 장거리구간의 ESR



4.3 오류성능 설계기술의 개발방향

디지털전송망의 오류성능을 구현하고 설계하기 위한 기술을 확보하기 위해서는 설계를 위한 구현된 기술의 적용과 함께 많은 측정들을 통한 데이터의 확보와 분석의 노력이 필요하다. 현재까지 기술은 이론에 근거하기 보다는 오랜 기간 통신사업자들의 시행착오를 거친 경험적이고 통계적인 방법에 의해 도출되었다. 통신망의 오류성능 설계를 위해서는 오류성능 목표치를 표준의사경로에 의한 통신망에 정확히 적용하는 것이 필요하다. 현재 표준의사경로는 경로속도 별로 정해진 모델이 있으나 T1/E1속도의 연속성을 위한 체계가 미흡하다. 또한 오류성능 표준이 통용되기 위한 용어를 권고마다 달리하고 있어 일정한 체계를 이루기 위한 보완이 필요하다. 즉 제 1차속도를 경계로 구분한다는 것은 속도별 적용체계의 보완이 요구된다 것을 의미한다. 또한 ITU에서 기술하고 있는 G.821과 G.826에 의한 성능목표의 할당치의 비교는 오류성능 이벤트와 파라미터의 정의를 달리하고 있으므로 비교 자체가 문제가 될 수 있다. 단지 근사적

비교에 의한 성능목표치를 분석함으로써 더 정확한 성능 설계기술을 개발할 수 있는 토대를 이룰 수 있을 것이다. 앞으로 통신망은 오류성능의 구현 및 설계는 물리적 관점의 계층외에 제 2계층, 제 3계층의 경로에 대한 성능표준의 적용이 필요한 시점이다. 통신사업자의 오류성능 설계 기술의 확보는 서비스 전에 구현되는 설계에 의한 기술축적과 운용시 확보할 수 있는 통신망 성능 감시 데이터를 확보 및 분석함으로써 이뤄진다. 다가오는 광대역 통신망의 계획, 개발, 설계, 조달 및 운용을 위해서는 제 2, 3계층의 성능설계를 위한 국제적인 연구 및 표준화활동에 참여하고 관련 정보를 수집하여 통신사업자의 기술력 확보에 주력해야 한다.

V. 결론

통신사업자는 디지털전송망의 오류성능 및 가용도의 구현 및 설계 기술의 확보를 위해 통신망에서의 측정시스템의 구축에 의해 직접 측정하고 수집

한 데이터를 확보하고 분석해야 할 것이다. 또한 정보통신망에 감손의 할당정도의 변화가 전송품질에 얼마만큼의 영향을 주는가를 분석하여 관련 설계기술을 보유해야 한다. 이러한 방법에 의해 획득된 기술은 서비스 중인 통신망의 운용 및 유지보수에도 적용되어 경제적인 통신망관리를 가능하게 한다. 또한 이러한 기술은 앞으로 개발될 정보통신망의 정확한 성능설계를 가능하게 하며 국내외 통신시스템 개발자에게 우수한 장비의 개발을 유도할 수 있다. 제 1차속도의 장거리구간의 경우, 통신사업자가 적용할 수 있는 오류성능 목표치 값의 적용범위가 커서 통신망을 다양한 시뮬레이션과 측정을 함으로써 성능데이터를 확보하는 것이 필요하다. 국제적으로는 이 분야의 연구가 계속 진행중이므로 현재 구현되고 있는 기술의 타당성 검증과 더불어 향후 구현되는 정보통신망의 오류성능 설계 및 평가방법을 개발하여야 할 것이다.

참고문헌

- [1] 서정원, "전파통신표준화워크샵 발표자료", 한국통신기술협회, '96. 3.14 - 3.16
- [2] 김태하, "디지털 무선통신망 구축실무", 우신, 1996. 6
- [3] 한국정보통신기술협회, "디지털 무선중계망의 오류성능(TTA 표준 공고)", '97.12. 4
- [4] ITU-T G.821, 1996. 8
- [5] ITU-T G.826, 1996. 8
- [6] ITU-T G.801, 1993
- [7] Mansoor Shafi, Peter Smith, "The Impact of G.826", IEEE Commun. Mag., vol. 31, pp. 56-62, Sept. 1993
- [8] Mansoor Shafi, Peter Smith, "The Impact of G.826 on the Performance of Transport Systems", IEEE/ACM Transactions on Networking, vol. 4, Aug. 1996

채진석

- 1960년 9월 20일생
- 1987년 2월 고려대 전자공학과(학사)
- 1987년 2월 고려대 전자공학과(석사)
- 1989년 ~1998년 6월 : 한국통신 기술평가센터
- 1998년 6월~현재 : 한국 루스트 테크놀로지스(주) 선임연구원

이응록

- 1961년 8월 4일생
- 1987년 2월 광운대 전자공학과(학사)
- 1987년 2월 광운대 전자공학과(석사)
- 1986년 3월 ~ 현재 : 한국통신 기술평가센터 표준연구2부장

이 상 홍

- 1955년 8월 13일생
- 1988년 8월 연세대 전자계산학과(석사)
- 1997년 2월 성균관대 정보공학과(박사)
- 1984년 1월 ~ 현재 : 한국통신 기술평가센터
기술표준팀장