

통화품질 평가를 위한 라우드니스 객관측정기

김민택* 김정환** 강성훈*

목 차

- I. 서론
- II. 라우드니스 객관 계산법
- III. 감도 측정법
- IV. 객관 측정기의 구성
- V. 성능평가
- VI. 결론

〈요 약〉

전화전송기준의 통화당량에서 음량정격으로의 변환을 위해, 음량정격을 객관적으로 측정할 수 있는 AURAL의 일반적인 개요를 소개한다.

I. 서 론

현재 전화 전송품질의 평가법으로 전화음성의 라우드니스를 기초로 한 통화당량(RE; Reference Equivalent)을 이용하고 있다. 또, CCITT에서는 RE의 문제점^[1]을 개량한 음량정격(LR; Loudness Rating)을 검토하여, 주관측정법에 대한 권고는 제7회기(1976년~1980년)에 정비하고, 현재는 망설계에 적용하도록 권고하고 있다. RE와 LR의 평가 척도는 인간의 주관판단(주관측정)을 기본으로 하기 때문에, 측정시점과 시험원 사이에 분산이 생긴다. 주관측정에서는 훈련된 시험원 이외에 기준계,

* 신호처리연구실 선임연구원
** 신호처리연구실 위촉연구원

송화실, 수화실과 같은 고가의 설비도 필요하다. 또 측정에 많은 시간이 필요하고, 간단히 측정할 수 없는 문제가 있다. 이 때문에 인간의 라우드니스 감각을 수치 계산이 가능하도록 모델화 하고 순수하게 물리적인 수단으로 LR을 구하려고 오래전부터 시도하여 왔다. 이것을 실현한 것이 라우드니스 객관측정기이다.

객관측정기로서 독일 Siemens사의 K.Braun에 의해 설계된 OBDM(Objective Bezugsdampfungs Messer)과 미국 Bell연구소의 EARA(Electro-acoustic Rating System) 등이 있고, 이것들을 기초로 한 객관 측정기는 현재도 사용되고 있다. 그러나 기존의 객관 측정기는 탄소송화기를 이용한 전화기의 송화감도 측정법 등에 문제가 있으며, 애널로그 기술에 의해 라우드니스 감도 모델을 실현하였기 때문에 넓은 범위의 전화계를 대상으로 했을 때에 주관 측정치와 객관 측정치의 대응이 반드시 좋지 않아, 보다 고정밀도의 객관측정기의 실현 및 권고가 검토되어 왔다. 이 결과 제8회기(1980~1984) 말에 관련 권고(권고 P.64 전화기의 감도 측정법, P.75콘디션닝법, P.79라우드니스 정격의 객관계산법)가 성립되었다. 또 권고 P.62(가입 전화기기의 측정)에는 상기한 목적에 따라 객관측정기를 실현한 한 예로써 AURAL(Automatic Speech Quality Rating System based on Loudness)이 있다^[2].

본고에서는 ETRI에서 도입한 AURAL시스템의 라우드니스 계산법과 전화기 감도 측정법에 대해서 기술하고, 이것을 기초로 실현한 시스템의 구성에 대해서 기술한다. 마지막으로 LR에 관한 성능으로서 주관치와의 대응관계, 다른 라우드니스계산 알고리즘을 갖고 있는 측정기와 비교하고, 재현성 등에 대해서 기술한다.

II. 라우드니스 객관계산법

주관측정에서는 시험원이 기준계와 피측정계와의 수화음량이 같아지도록 감쇠기를 조정하여 LR를 결정한다. 송화계와 수화계의 LR측정은 <그림 1>과 같이 IRS(Intermediate Reference System ; 중간 기준계)를 접속한 Path2, IRS 대신에 송·수화계를 각각 전화계의 수·송화계에 접속한 Path3과 Path4를 만들어, 이것들과 NOSFER와 라우드니스 평형을 취한다. 라우드니스 평형이 취해진 시점에서 전화계에 삽입된 감쇠량을 X_2, X_3, X_4 로 하면 LR은,

$$\text{송화 LR(Sending LR ; SLR)} = X_2 - X_3 [\text{dB}] \dots\dots\dots(1)$$

$$\text{수화 LR(Receiving LR ; RLR)} = X_2 - X_4 [\text{dB}] \dots\dots(2)$$

로 정의된다. 또 증계계의 LR과 종합 통화계의 LR은 다음과 같이 정의된다.

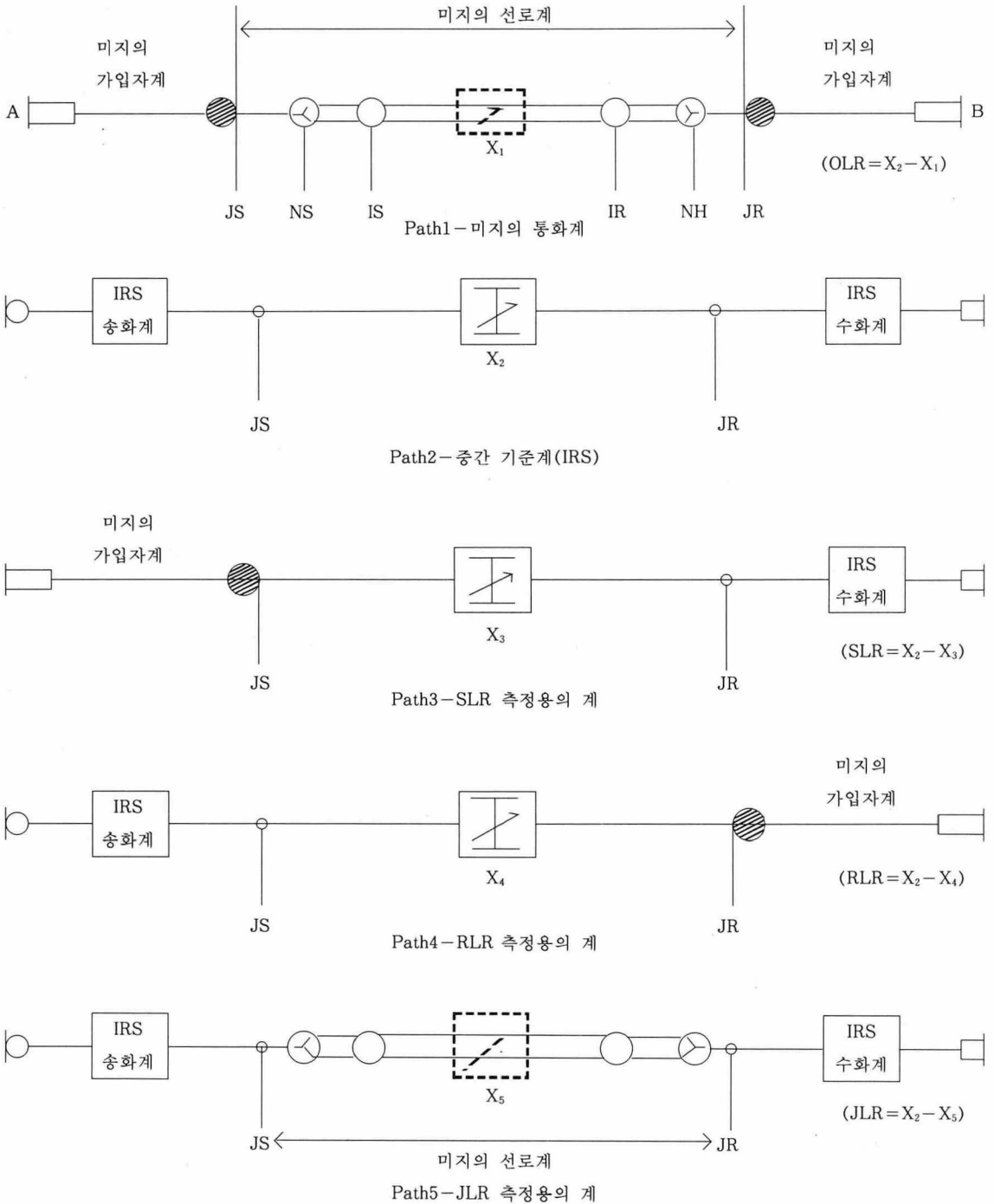
$$\text{증계계 LR(Junction LR ; JLR)} = X_2 - X_5 [\text{dB}] \dots\dots(3)$$

$$\text{종합 LR(Overall LR ; OLR)} = X_2 - X_1 [\text{dB}] \dots\dots\dots(4)$$

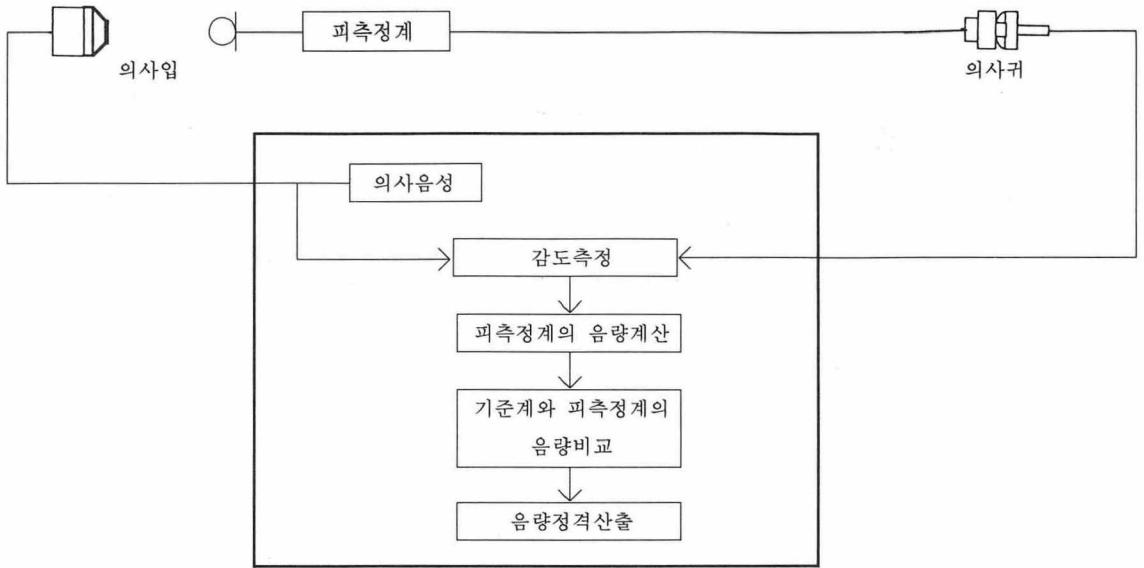
객관측정에서는 <그림 2>와 같이, 의사음성, 의사입, 의사귀를 피측정계의 감도/주파수특성을 측정하여 라우드니스를 계산하고, 이것을 이용해서 LR를 계산한다. 이와 같이 객관측정에서는 인간이 발성과 청각에 의존하지 않고, 수치계산에 의해 시뮬레이션 한다.

기존의 객관측정기 및 CCITT에서 검토한 많은 객관계산법은 Fletcher의 라우드니스 계산 모델을 기초로 하고 있다. Fletcher의 모델^[3]에서는,

- (1) 수화음성의 실효 감각레벨 Z(청취 음압레벨과 최소 가청레벨 λ 와의 차)와 라우드니스 λ 와의 사이에는 멱법칙이 성립한다.



<그림 1> OLR, SLR, RLR, JLR을 정의하기 위한 원리도



〈그림 2〉 음량정격의 객관측정 원리

(2) 임계대역폭 정도의 협소한 폭을 가진 대역의 스펙트럼은 각각 독립적으로 음성의 라우드니스에 공헌한다. 공헌도는 주파수에 따라 다르다.

이 두가지 가정하에, 라우드니스 λ 는 C를 임의의 정수로 하여 다음 식으로 표현된다.

$$\lambda = \frac{1}{C} \int 10^{\frac{mz}{10}} B'(f) df \dots\dots\dots(5)$$

여기서 f는 주파수, m은 멱지수, B'(f)는 주파수 공헌도 함수이다. 전화전송계에 있어서 송화자 입의 기준점(Mouth Reference Point; MRP, 입술 전방 25mm 떨어진 지점)으로 부터 수화자 귀의 기준점(Ear Reference Point; ERP, 외이도 입구의 중심)까지의 전송손실을 L_{ME} [dB]라고 한다. MRP에서 음성의 장시간 스펙트럼을 B's라고 하면, 수화자가 느끼는 전화 음성의 라우드니스는

$$\lambda = \frac{1}{C} \int \left[10^{m(B's - X + 10 \log_{10} B')} \right] \cdot \left[10^{-mL_{ME}/10} \right] df \dots(6)$$

가 된다. 식(6)의 제1항은 전송계에 의존하지 않기 때문에, 이것을 새롭게 라우드니스 함수 G(f)라 정의하고, $\int G(f) df = 1$ 로 정규화 한다.

기준계(RE의 경우는 NOSFER, LR의 경우는 IRS)와 시험 전화계의 전송 손실을 각각 L_{RME} , L_{UME} 라고 하면, 2개의 계로 부터 출력된 음성의 라우드니스 차인 b(dB)는,

$$b = - \frac{1}{m} 10 \log_{10} \int 10^{-\frac{m}{10} L_{RME}} G(f) df + \frac{1}{m} 10 \log_{10} \int 10^{-\frac{m}{10} L_{UME}} G(f) df \dots\dots\dots(7)$$

로 표현된다.

객관계산 파라미터인 m 및 G(f)는 RE 측정의 기준계인 NOSFER의 전송주파수 대역의 일부를 차단하고, 차단된 대역의 라우드니스 등가감쇠량으로 부터 유도된다.

Ⅲ. 감도 측정법

객관 측정에서는 물리적인 수단에 의해 주관 측정시와 동일한 감도를 구할 필요가 있다. 이것을 위해, 인간의 음성, 입, 귀를 음향적·전기적으로 시뮬레이션한 의사음성, 의사입, 의사귀 등이 사용된다.

1. 의사입

실제입에 대한 의사입의 근사도는, 다음의 두 기준으로 평가한다.

- (1) 자유공간에 의사입이 위치할 때, 개구 근방에서 생기는 음압분포가 실제입의 음압분포와 동일한가,
- (2) 의사입의 개구 전면에 송화기 등의 장애물이 있는 경우, 장애물에 의한 음압상승(회절계수)이 실제입의 경우와 동일한가.

의사입으로서 CCITT 권고 P.51의 음원이 일반적으로 사용되고 있다. 여기에서는, 그 음원을 구음원으로 간주하고, 실제입의 개구측상의 음압분포와 의사입의 구음원 근사에서 얻은 음압분포를 비교해 립-포지션을 구한다. 이 립-포지션은, 개구에서 8~10mm의 위치이다.

2. 의사음성

탄소 송화기의 감도측정에 사용될 수 있는 여러 신호가 CCITT 권고에 기록되어 있다(권고 P.64 Annex). 정현파에 대해서는, 기준음압과 10dB 변할 때의 측정 결과 가운데, 가장 높은 값을 사용하는 방법(Upper Envelope법)이 제시되어 있다^[4]. 잡음으로서의 NTT의 음성 스펙트럼 잡음(SGN; Shaped Gaussian Noise), ITT(영국)의 핑크 잡음, BNR(캐나다)의 비정상 잡음^[5]이 있다. SGN은 가우스 형태의 순

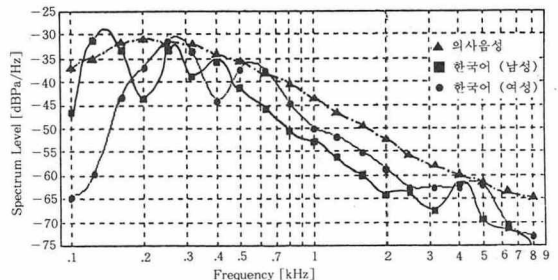
시 진폭 분포를 갖는 정상잡음의 장시간 평균 스펙트럼이 음성과 같도록 등화한 신호이다. 이탈리아에서 제안하고 있는 의사음성^[6]은 음절 단위의 진폭변화의 음운적인 특징을 시뮬레이션하고 있다.

CCITT연구소의 남녀 시험원이 발성한 실제 음성과 앞에서 기술한 5종류의 신호에 대해 감도를 동일 조건에서 측정하여, 실제 음성의 감도 평균에 대한 각 신호에 의한 감도의 편차를 비교하면, SGN이 실제 음성의 특성과 가장 비슷하다. 따라서 AURAL에서는 SGN을 의사음성으로 채용하고 있다.

3. 한국어 음성에 의한 음량정격 측정치

3절에서는 음성등화잡음과 한국어 남/여 음성을 이용하여 음량정격을 측정한 결과에 대해서 기술한다.

〈그림 3〉은 음성등화잡음, 한국어 남/여 음성의 스펙트럼 레벨을 나타낸다. 전 주파수 대역에서 걸쳐서 의사음성과 남성음성과는 스펙트럼의 변화는 상당히 일치하고 있으나, 여성음성은 270Hz이하에서 의사음성이나 남성음성에 비해 레벨이 떨어지고 있다. 이것은 여성음성의 경우 약 250Hz부근에 기본 주파수가 존재하기 때문일 것이다. 그러나 전화기의 감도가 300Hz이하에서 저하하기 때문에 음량정격치에는 커다란 영향이 없을 것이다.



〈그림 3〉 MRP에서의 의사음성과 한국어 남/여 음성의 스펙트럼 비교

〈표 1〉은 의사음성, 한국어 남/여 음성을 이용하여 음량정격치를 측정 한 값이다. 전화기(A, B, C, D, E, F)는 국내 전화기 6대를 랜덤 샘플링하고, 의사선로는 0.4mm-7dB의 조건에서 송화음량정격(SLR), 수화음량정격(RLR), 측음마스킹정격(STMR)을 측정하였다. 각 전화

기의 SLR, RLR, STMR에 대해 세종류의 음성을 이용하여 측정 한 결과는 신호에 따른 편차가 아주 작게 나타났다.

따라서, 국내 및 국제 표준화를 위해 의사음성을 음량정격 측정시의 음성 신호원으로 사용할 것을 제안한다.

〈표 1〉 의사음성과 한국어 남/여 음성을 사용하여 측정 한 음량정격치의 비교

음성종류	A			B			C			D			E			F		
	SLR	RLR	STMR	SLR	RLR	STMR	SLR	RLR	STMR	SLR	RLR	STMR	SLR	RLR	STMR	SLR	RLR	STMR
의사음성	7.6	-2.9	12.6	10.0	-2.5	7.8	9.8	-0.7	14.3	11.2	-5.3	7.1	8.3	-1.4	9.5	8.5	-3.0	5.8
한국어(남)	7.9	-3.9	13.3	10.1	-1.8	8.1	10.1	-0.5	13.8	12	-5.3	7.5	8.5	-0.9	11.0	8.2	-2.6	6.0
한국어(여)	8.1	-4.2	12.6	9.6	-1.5	7.5	10.4	-1.0	13.8	10.8	-5.1	6.9	8.5	-1.0	9.8	8.2	-2.8	5.6
평균	7.9	-3.7	12.8	9.9	-1.9	7.8	10.1	-0.7	14.0	11.3	-5.2	7.2	8.4	-1.1	10.1	8.3	-2.8	5.8
편차	0.25	0.86	0.40	0.26	0.51	0.3	0.3	0.25	0.29	0.61	0.11	0.30	0.11	0.26	0.80	0.17	0.20	0.20

4. 의사귀

실제귀와 의사귀에서 측정 한 수화기의 감도 차이를 실이손실이라 부른다. 객관측정에서는 기준계와 전화계의 양방에 실이손실의 보정이 필요하게 되며, 실이손실은 수화구의 형상, 수화기의 음향 임피던스, 수화기를 귀에 갖다대는 방식(특히, 누르는 압력)등이 관계한다.

전화기에 대한 실이손실의 측정결과, 주파수에 대한 실이손실은 수화구 형상이 달라도 거의 동일하며, 편차도 비교적 작다. 따라서, 실이손실의 평균치를 사용하면, 실용적으로 충분하다.

IV. 객관 측정기의 구성

객관 측정기는 〈표 2〉에 나타낸 기능이 필요하다. 이 중 1.a에서 1.e까지는 주로 하드웨어로 구성되어 있고, 1.f, 2, 3은 마이크로 컴퓨터

의 소프트웨어로 처리한다^[2].

〈표 2〉 객관측정기에 필요한 기능

1. 감도측정	a. 의사음성 발생
	b. 의사 음성 검출, 증폭
	c. 스펙트럼 분석
	d. 콘디션닝 제어
	e. 전화기 전류 공급
	f. 감도 산출
2. 객관치 연산	
2. 측정 프로세서 제어	

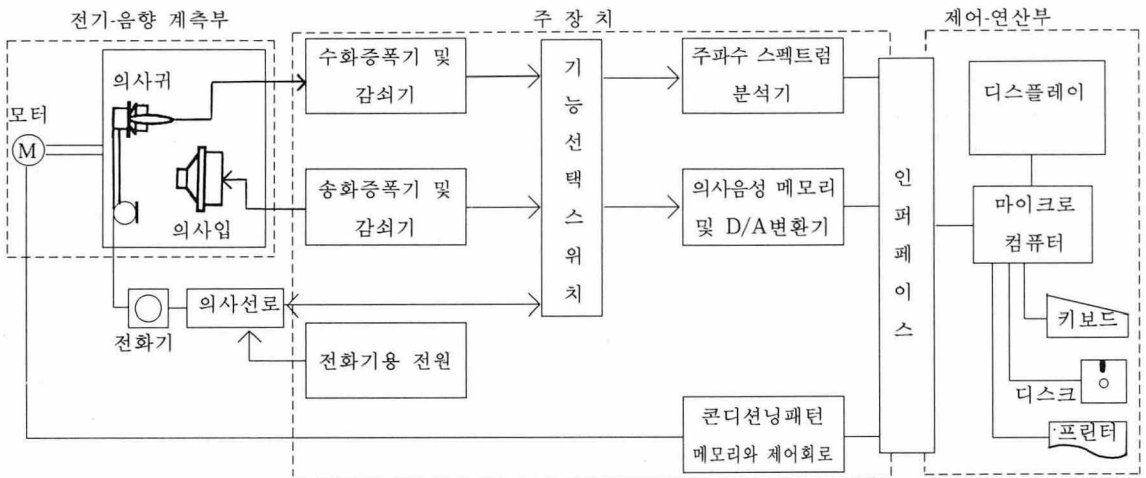
하드웨어 구성을 〈그림 4〉에 나타낸다. 이 시스템은 크게 나누어 3개의 장치로 구성되어 있다. 본체 장치는 기능 1·a, b를 담당하는 애널로그 회로와 1·c, d를 담당하는 디지털 회로 및 전화계, 직류 전류를 공급하는 프로그램러블 전원이 있다.

음향 계측 장치는 콘디션닝 장치와, 전화기와 음향 인터페이스를 이루는 의사입과 의사귀

가 있다. 제어 및 처리 장치는 범용 퍼스널 컴퓨터로 1·f에서 3까지의 기능을 담당한다.

의사 음성 신호는 플로피디스크에 저장되어 있고, 측정을 시작하기 전에 미리 본체 장치의 메모리에 로드한다. 의사 음성 신호 데이터는 D/A변환되어 애널로그 신호가 된다. 따라서,

미리 A/D변환으로 외부에서 입력시키거나, 시뮬레이션 프로그램에 의해 신호를 발생시켜 파일을 작성해 두면, 다른 신호를 이용한 측정도 가능하다. 수화정격의 측정에서는 트렁크단에 전기 신호로 공급된다.

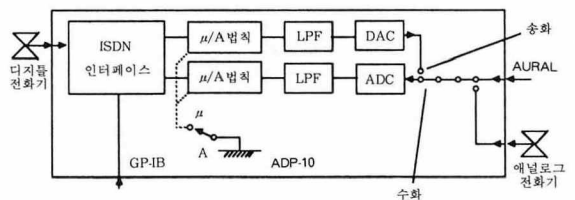


〈그림 4〉 AURAL의 하드웨어 구성도

따라서, 송화 RE의 측정에서는 트렁크 단에 전기 출력이 생기고, 수화 또는 측음 RE에서는 수화기로 부터 음향 출력이 생긴다. 전기적 입력 신호 또는 출력 신호는 A/D변환되어 스펙트럼 분석기에 입력된다. 스펙트럼 분석기는 대역 폭이 1/3 oct, 중심 주파수 100Hz에서 8kHz까지 20채널 분석을 실시간으로 처리하므로 6차 IIR필타를 시분할 사용해서 실현하고 있다. 분석 결과는 GP-1B 인퍼페이스를 경유하여 제어 및 처리장치로 입력되어 실효치를 계산한다. 또한 이 결과를 이용하여 감도 및 라우드니스 객관치를 연산할 수 있다.

디지털 전화기는 음성의 부호화 및 복호화에 관한 CODEC과 ISDN인터페이스로 구성되어 있는 어댑터(ADP-10)를 이용하여, 통화신호를

정밀도가 좋은 애널로그 신호로 상호교환하여, 음량정격을 측정할 수 있다. 어댑터의 구성은 〈그림 5〉와 같다.



〈그림 5〉 디지털 전화기와 음량정격 측정기와의 인터페이스 어댑터

V. 성능평가

5장에서는 CCITT연구소에서 주관 평가와 객

관 평가한 AURAL의 성능 평가결과에 대해서 기술한다^[2].

1. 평가결과^[7]

가. 시험조건

시험 대상 전화기는 CCITT연구소에서 보유하고 있는 13종류를 이용하였다. 이중에 2종류(약칭 e와 q)는 안정 전화기, 그외 것은 (약칭 f, g, h, i, j, k, m, n, p, d, t)전부 탄소 송화기를 사용한 상용 전화기이다.

RE에 관해서 의사선로가 없는 경우 (Line=0), NTT의사선로 (L=0.4mmφ-7dB)를 사용하고, 전류 공급 회로는 XB형을 사용하였다.

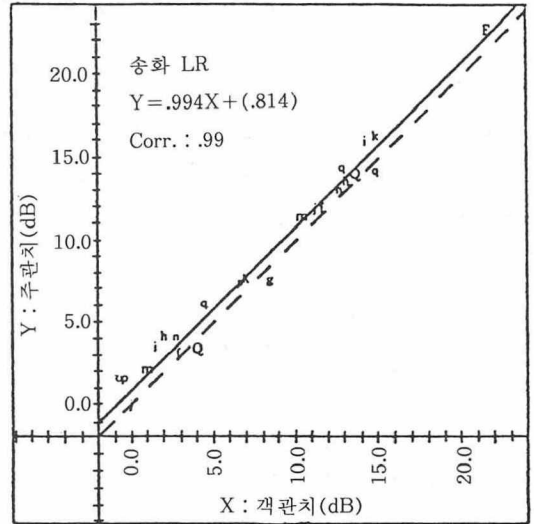
LR의 경우는 의사 선로가 없는 경우 (Line=0)와 AT&T사의 의사 선로를 사용하였다. 전류공급회로는 모두 각 전화기에 첨부된 것을 사용하였다. 감도 측정은 CCITT연구소에 설치된 AURAL을 사용하고, 주관측정은 CCITT연구소 시험원이 반복 측정한 평균치를 사용했다.

나. 평가결과

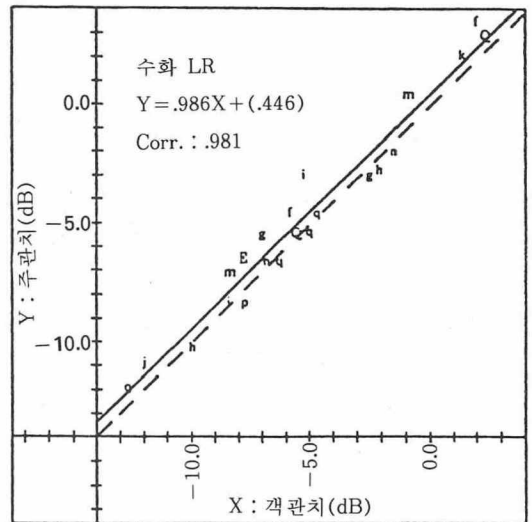
송화, 수화 LR에 있어서 주관치와 객관치의 관계를 <그림 6>과 <그림 7>에 나타낸다. 각 그림에서 가로축은 객관치, 세로축은 주관치를 나타낸다. 그림안에 객관치를 X, 주관치를 Y라 하고, 이때의 회귀선과 상관계수를 나타낸다.

모든 결과에서 객관치와 주관치가 잘 일치하고 있으며, 회귀선의 경사는 1, 절편은 0에 가깝다. 주관치와 객관치의 최대편차와 평균편차는, 송화에서 최대편차 2.3dB, 평균편차 1.0dB, 수화에서 최대편차 2.0dB, 평균편차 0.8dB이다.

RE에 관해서는 권고 P.79의 라우드니스 감



<그림 6> CCITT의 통화시험원에 의해 측정된 송화 LR의 주관치와 AURAL로 측정된 객관치의 관계



<그림 7> CCITT의 통화시험원에 의해 측정된 수화 LR의 주관치와 AURAL로 측정된 객관치의 관계

각 파라미터와 누설 손실값을 이용하였다. 송화에서는 최대편차 2.4dB, 평균편차 1.0dB, 수화에서는 최대편차 3.0dB, 평균편차 0.85dB,

측음에서는 최대편차 3.5dB, 평균편차 1.25dB이다.

2. 고찰

RE의 주관치 변동을 이용하여, AURAL에 의해 측정된 객관치가 동일한 값으로 볼 수 있는지 고찰한다. 하나의 가입자선 조건에 대하여 주관치 Y는, 참값 μ_0 와, 표준편차 σ 를 갖는 정규분포로 생각할 수 있다.

각각의 시험 전화계에 대하여 주관치와 객관치의 편차의 분포는 독립적이고, 또한 같은 분산 σ^2 을 가진다. 측정 대상으로 한 어떤 전화계에 대해서도 $X = \mu_0$ 라고 가정할 수 있으므로, 각 분포의 평균 $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n$ 은,

$$\mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_n = 0 \dots\dots\dots(8)$$

을 만족할 필요가 있다. 이 가설은,

$$Q = (D_1^2 + D_2^2 + \dots + D_n^2) / \sigma_0^2 \dots\dots\dots(9)$$

가 χ^2 분포에 따른 것을 이용하여 검증할 수 있다. 즉,

$$Q > \chi^2 \alpha(N) \quad \alpha \text{는 위험률} \dots\dots\dots(10)$$

일때, 가설은 기각된다.

송화, 수화, 측음에 대해서 Q를 구하면, 어느 것이나 위험률 0.05수준에서 기각된다. 따라서 $X = \mu_0$ 라고 볼 수 없다. 그런데 μ_0 는 무한히 측정을 해야 알 수 있는 값이며, 보통 1회의 측정(24회의 라우드니스 평형의 평균)으로는 알 수 없다.

기술 기준 심사에 사용하고 있는 주관치는, 보통 1회 또는 2회의 평균치이다. 따라서, 이와 같은 목적으로 사용하는 경우에는 1회의 주관 측정치와 동등한 정밀도를 가지고 있는 객관치가 얻어지면 충분하다. 이 판단 기준을 다음과 같이 생각할 수 있다.

주관 측정을 2번 반복하였을 때에 1회째와 2회째의 편차 D_j

$$D_j = Y_{j1} - Y_{j2}$$

가 주관치와 객관치의 편차 $D_j = Y_j - X_j$ 와 통계적으로 같다면, 객관치는 1회의 주관치와 같은 정도를 갖는다고 간주한다. 검정은 식(10)으로 하지만, D의 분산은 $2\sigma_0^2$ 이 된다.

송화, 수화, 측음에 대하여 검정하면, 어떤 Q도 위험률 0.05 수준에서 기각할 수 없다. 따라서, 가설을 받아들여, AURAL에 의한 객관 측정과 현재 실행되고 있는 주관 측정은 거의 같은 정도를 가지고 있다고 볼 수 있다.

LR에 대해서는 주관치의 장기 변동을 구할 수 있을 만한 측정치는 없으나, CCITT연구소 시험원에게서 측정된 LR의 변동을 지금까지 보고된 결과로 추정한다.

LR측정에서는 먼저 IRS종합계(Path2)와 NO-SFER와의 라우드니스 평형을 구한다(그림 1).

CCITT연구소에서 장기간 측정된 X_2 의 분산은 0.81dB이다. 이 측정에서는 시험원을 6인으로 고정하고, 송화자와 수화자의 통신자쌍(Operator Pair)은 매번 다르게 되어 있다.

통신자 쌍당 측정결과는 보고되어 있지 않다. 여기에서는 통신자쌍이 고정된 것으로 가정하고 있다. 통신자쌍의 조합에 의한 분산은 평균 2.34dB이다. IRS는 상용 전화계와 거의 같은 감도 주파수 특성을 가지고 있기 때문에, (그림 1)의 X_3, X_4 의 경시적인 변동은 X_2 와 거의 동일 하다고 볼 수 있다. 따라서 통신자쌍 사이의 감각에 기인한 분산은 상쇄되는 경향이 있는 것으로 생각할 수 있다. 그 결과 LR의 변동은 개인간 변동만 남게 된다.

X_2, X_3, X_4 의 변동은 독립적으로 간주할 수 있으므로, 양자의 차인 LR의 변동은 X_3, X_4 의 $\sqrt{2}$ 배인 1.15dB로 추정된다.

이 값을 근거로 식(9)로 검정하면, 어떤 경우에서나 Q는 위험률 0.05수준에서 기각할 수 없다. 따라서, 객관치는 주관치와 잘 일치한다고 볼 수 있다.

NTT의 시험원은 성별, 연령, 국적, 언어 등의 관점에서 보아, CCITT연구소 시험원보다 균일하기 때문에 시험원간의 개인간 변동이 작다. 그런데 수화 편차에 비해, 송화의 편차는 약 3배 정도 크다. 이것은 안정 전화기에 비해, 탄소 송화기를 사용한 전화기의 편차가 더 큰 경향이 있기 때문에, 이들 전화기의 감도 측정법에 문제가 있다고 추측된다.

다음에 RE에 대해서 식(10)으로 검증할 때, 한 종류의 전화기에 대해서 계속적으로 주관측정한 결과가 없기 때문에, LR의 경우의 값을 사용하여 검정한다. 앞에서 기술한 바와 같이, 변동은 0.81dB이다. 측음 RE에 대해서는 경시적인 변동을 추정할 수 있는 자료는 없다. 따라서 CCITT연구소의 RE측정결과(1회의 측정)에서 추정한다. 경시적 변동의 크기는 1회 측정에서 송화자, 수화자 조합의 라우드니스 평균치 차이에 비례한다고 가정한다. 이 차이는 측음의 경우, 송화, 수화의 약 1.6배이다. 따라서 RE의 경시 변동을 1.3dB로 본다.

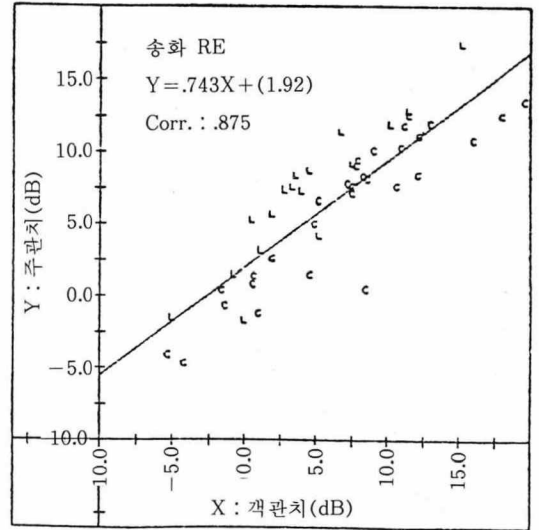
RE를 측정한 송화, 수화 18조건, 측음 14조건에 대해서 식(9)의 Q를 구해 검정한 결과, 주관치와 객관치가 일치한다고 하는 가설은 위험률 0.05수준에서 기각할 수 없다.

3. OREM과의 비교

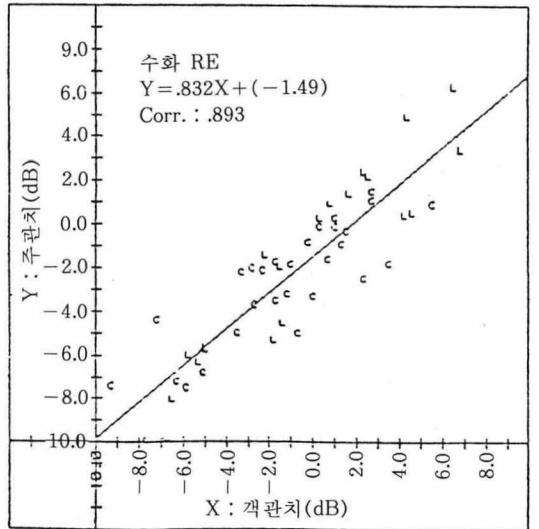
현재 국내에서 가장 일반적으로 사용하고 있는 객관측정기 OREM(Objective Reference Equivalent Meter)과 AURAL의 성능을 비교한다. 전화계의 측정 조건은 AURAL의 성능 평가시와 동일하다.

OREM을 사용한 측정법에는 4종류의 방법이 있는데, 여기서는 가장 일반적으로 사용하고 있는 OREM-A로 측정된 결과이다. 주관치와 객관치의

관계는 <그림 8>과 <그림 9>와 같다.



<그림 8> NTT의 통화시험원에 의해 측정된 송화 RE의 주관치와 OREM으로 측정된 객관치의 관계



<그림 9> NTT의 통화시험원에 의해 측정된 수화 RE의 주관치와 OREM으로 측정된 객관치의 관계

AURAL의 결과와 OREM-A의 결과를 비

교하면, OREM-A의 편차는 AURAL의 수배에 달하고 있다. 측음에서의 이러한 경향은 현저하다. OREM-A에 의해 측정된 객관치가 주관치와 일치 한다고 볼 수 있으나, 식(9)의 방법으로 검증하면 송화, 수화, 측음 모두 위험률 5%에서는 기각된다.

VI. 결론

본고에서는 음량 정격 측정기 AURAL의 구성, 주관치와 객관치와의 대응성, 측정의 재현성에 대해서 기술하였다.

AURAL의 성능에 대해서는, CCITT연구소의 실험 결과와 NTT의 실험 결과로 부터 주관치와 객관치의 대응성 및 재현성이 좋음을 알 수 있다. 한국어 음성을 이용하여 측정한 감도와 의사음성을 이용하여 측정함 감도가 일치하므로 국내에 그대로 도입하여도 실용상 충분한 정밀도를 가지고 있다.

현재 국내의 전송기준을 통화당량에서 음량 정격으로 개정하고, 전화망 및 전화기의 설계와 성능 평가의 신속화를 꾀하는데 AURAL을 국내 표준 측정기로써 활용하고자 한다.

앞으로는 핸드셋형의 전화기 뿐만 아니라, 확장 전화기, Teleconference의 통화 품질 측정에도 적용할 필요가 있을 것이다.

참 고 문 헌

1. CCITT ; *Handbook of Telephonometry* ITU, 1988.
2. H. Irii and K. Kakehi, "Instrumentation for Objectively Measuring Loudness Ratings of Telephone System." *Review of the Elec. Com. Lab* 34, 429-436, 1986.
3. H. Flecher, *Speech and Hearing in Communication*, Appendix I, pp. 401, Van Nostrand, New York, 1953.
4. CCITT Recommendation P.64 Annex B 1 : The upper envelope method, *CCITT Yellow Book* Vol. V, pp. 105, 1980, ITU.
5. Bell Northan Research/Canada : Simulated Speech Signal Generator, *CCITT Contribution COM XII*, No. 12, 1981.
6. Cselit/Italy : Improvement of Artificial Voice by Inserting Fricative Sounds, *CCITT Contribution COM XII*, No. 150, 1983.
7. CCITT Laboratory, "CCITT laboratory technical report No. 711 : loudness ratings of 13 telephone systems obtained subjectively and objectively using AURAL measuring system," *CCITT SG XII Temporary Document*, No. 8, 1984.