

# 음성통신계의 품질평가에 관한 국제적 동향

金 敬 泰 · 李 勇 柱 · 姜 成 勳  
(한국전자통신연구소 음향연구실 실장, 선임연구원)

## ■ 차 례 ■

1. 머리말	4. 명료성의 평가
2. 음성품질의 지배요인과 평가척도	가. 전화전송계에 있어서 명료성의 평가
3. 라우드니스(음의 크기)의 평가	나. 실내 음향전달 특성의 평가
가. 라우드니스의 주관평가	5. 디지털 음성의 평가법
나. 라우드니스의 객관평가	가. 부호화 음성의 주관품질 평가법
다. 측음의 평가	나. 부호화 음성의 객관품질 평가법
라. 음량계	6. 오피니온 평가치의 객관적추정
	7. 결 론

## 1] 머리말

전화의 적체해소 및 전국의 즉시 자동화가 각 부분의 관계자의 노력으로 실현되었다. 이제는 보다 나은 음성품질과 더불어 새로운 서비스의 요구도 기대되고 있다. 음성통신계의 품질은 크게 송화품질, 전송품질, 수화품질로 나눌수 있다. 이러한 전화통화의 품질과 음성의 품질은 전화망 설계와 새로운 음성서비스 개발에 있어서 고려하여야 할 기본적인 양의 하나이다. 음성품질의 정량적인 평가방법과, 이에 필요한 측정계의 표준화는 평가치의 상호비교와 방식의 진단적 평가, 장치의 성능규격 및 적합성의 검사 등을 위해 중요하다. CCITT SG XII(국제 전신전화 자문위원회 제 12 연구위원회)에서는 전화 전송 품질과 음성서비스의 품질에 관한

평가법 및 시내망의 전송특성 등에 대해 필요한 권고(Recommendation)를 연구하여 작성하고 있다<sup>1)</sup>. 연구회기는 4년마다 설정되어 있으며, 표 1에 나타난 26과제를 대상으로 연구가 진행되고 있다<sup>2)</sup>. 이중 중요한 과제는 라우드니스(음의 크기) 객관추정기와 디지털 전송망의 품질이다. 여기서는 이들 중요과제를 중심으로 CCITT 및 IEC의 최근 동향에 대해 기술한다.

## 2] 음성품질의 지배요인과 평가척도

음성통신계를 통해 전달되는 음성신호 품질의 좋고 나쁨을 수화자의 청각을 거친 반응에 의해 객관적으로 표현한 것을 통화품질이라 한다. 통화품질을 지배하는 요인은 그림 1과 같이 라우드니스, 음성을 디지털화할때 생기는 양자

표 1 CCITT SG XII의 연구과제

과제No.	과 세 내 용
1	업무의 장래 검토과제
2	국제통화 서비스 상태에 있어서 전송품질 평가법
3	교환수용 전화기의 라우드니스 성격의 측정법
4	회선잡음이 전송품질에 미치는 영향
5	송화자·수화자 반향의 통화품질 개선
6	전반지연시간과 에코의 허용치
7	객관측정에 의한 전송품질 예측모형
8	송·수화기의 감도 측정법
9	주음의 평가법
10	전화기의 바람직한 전송특성
11	에코제어 장치와 음성신호로 동작하는 장치에 의한 전송품질 변화
12	인공음성, 인공음 및 인공기
13	전화기의 비직선왜곡에 대한 통화품질 규정
14	감쇠왜곡의 특성과 영향의 규정법
15	라우드니스 성격의 측정(객관측정기)
16	가입자선과 전화기의 귀환감쇠량 변동
17	확성전화기의 통화품질 규정
18	디지털방식의 전송품질
19	라우드니스 성격의 권고치
20	음향충격에 대한 전화기의 보호장치
21	전화부스의 소음차폐효과
22	Syllabic Compandor의 통화품질
23	보청기와 수화기의 결합방법
24	국제망에 접속하는 이동전화계의 통화품질 규정
25	통화품질 평가 핸드북
26	통화음량의 객관측정(Volume Meter)

화왜곡, 회선잡음, 감쇠왜곡(전송계의 주파수 왜곡), 실내소음, 지연, 그리고 반향 등 여러가지 요인이 존재한다<sup>3)</sup>. 아날로그망에 있어서는 회선잡음과, 감쇠왜곡 등이 품질을 결정하는 중요한 요인이지만, 디지털망의 시대가 되면, 음성의 품질은 아날로그에서 디지털로 변환되는 과정에 선적으로 의존하므로 라우드니스와 양자화왜곡, 부호에러율 등이 중요한 요인이 된다. 또 위성통신에서는 지연과 반향이 중요한 품질요인이다. 최근에는 회의통신이 확대됨에 따라 회의상이나 혼 등의 음성전달 환경을 포함한 품질요인도 주목되고 있다.

현재 CCITT에서는 전화통화에 있어서 중요한 품질요인인 라우드니스와 그외의 잡음 등을 분리하여 규정하는 것으로 하고 있다. 이들 품질요인에 대한 영향은 주로 인간에 의한 주관측정(Subjective Measurement)으로 구해진다. 주관측정은 오피니언 평가법(Opinion Test)이나 라우드니스 평가법을 기본으로 하는 방법이 쓰여지고 있다. 오피니언 평가법은 종합적으로 품질을 평가하는데 적합하지만, 라우드니스 평가법은 품질 전체의 일부밖에 평가할 수 없다. 그러나 잡음이나 감쇠왜곡 등의 품질요인이 어느정도 이하의 조건에서는 라우드니스에 의해 품질이 거의 결정되기 때문에 라우드니스 평가법이 자주 사용된다. 명료도는 일련의 무의미음절을 송화하여 수청자가 몇%바르게 청취하였는가를 나타내며, 라우드니스보다 실제 통화의 내용

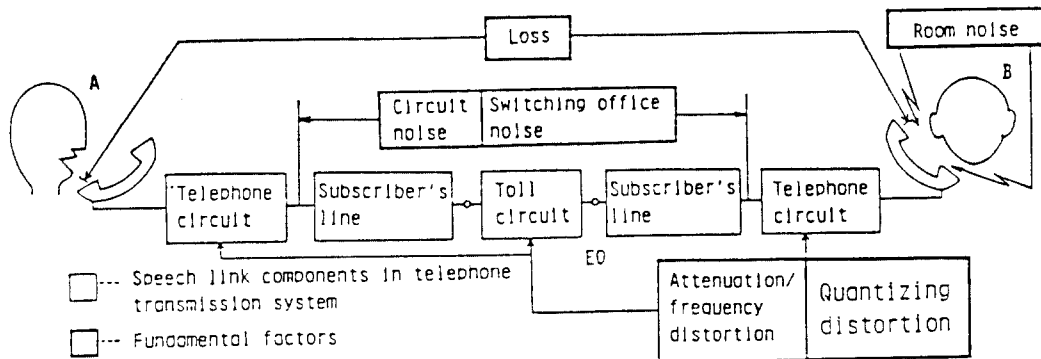


그림 1 Telephone transmission system and fundamental factor[3].

에 더 접근한 척도이다.

이러한 주관품질을 평가하기 위해서는 통화 표준장치와 송·수화실의 차음설비, 평가하는 시험원이 필요하며, 많은 경비와 노력, 그리고 시간이 필요하다. 이 때문에 인간의 감각과 잘 대응되는 물리량으로부터 계산에 의해 품질을 추정하는 객관평가법이 연구되고 있다.

### 3) 라우드니스(음의 크기)의 평가

통화경로는 송화자의 입에서 수화자의 귀까지의 주통화로와 송화자의 입에서 송화자의 귀까지의 측음로, 그리고 송수화자 반향로로 구성되어 있다. 음의 크기에 관한 품질척도는 주통화에 대하여 라우드니스 정격(LR; Loudness Rating), 측음에 대하여 측음 마스크링 정격(STMR; Sidetone Masking Rating)이 사용되고 있다.

#### 가. 라우드니스의 주관평가

전송계획에 사용되는 품질척도는 1960년 CCITT 뉴우델리 회의에서의 결정에 의해 오랫동안 통화당량(RE; Reference Equivalent)이 쓰여져 왔다. 우리나라는 1975년 시외 및 국제 전화와 함께 1978년 국내전화망에서도 RE가 채택되어 전송기술 기준이 작성되었다<sup>1)</sup>. RE는 그림 2와 같이 표준전송계(NOSFER)와 피측정 대상이 되는 전송계의 음의 크기가 같도록(라우드니스 평형이라 한다) 표준계에 삽입한 감쇠기의 손실로서 정의된다<sup>5)</sup>. 그러나 RE는 (1) 측정값의 변동이 크며, (2) 송화계 RE, 중계치의 손실치, 수화계 RE사이의 가법성(Additivity)이 좋지 않고, (3) 전송손실의 증감에 대한 비례성이 좋지 않다는 등의 문제점이 있다.

이러한 결점을 해결하기 위한 연구가 1969년부터 시작되어, 1976년에 LR(Loudness Rating)이라는 새로운 척도가 제안되었고, 기본원리와 측정에 사용되는 중간표준계(IRS; Intermediate Reference System), 계산에 쓰이는 가입자계의 감도주파수 측정법에 관한 권고와 계산법에 관한 잠정 권고가 제정되어 LR의 주관측

정법에 관한 권고는 일단 완성되었다.

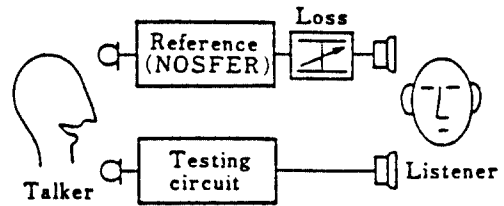


그림 2 Measurement of Reference Equivalent (5).

LR 측정법의 원리를 그림 3에 나타낸다<sup>6)</sup>. 25dB의 손실을 삽입하여 듣겨쉬운 음량으로 한 표준계(NOSFER)에 대하여 피측정 전화계 및 표준적인 전화계의 특성을 가진 IRS 각각에 대하여 라우드니스 평형을 구한다. 이때 IRS에 삽입된 손실과 피측정계의 삽입된 손실의 차로써 LR값이 구해진다. 이렇게 하여 LR의 주관 측정법에 관한 권고는 완성되었지만, 전송계획 권고로 채용하기 위해서는 LR 객관측정기가 완성되어야 하므로, 그때까지의 잠정조치로서 수정통화당량(CRE; Corrected Reference Equivalent)을 사용하기로 했다. CRE는 RE에서의 가법성 문제를 개선하기 위해 송수화계의 RE값을 2차식에 의해 변환하고 피측정계의 삽입손실을 조절(Margin 법)하여 라우드니스 평

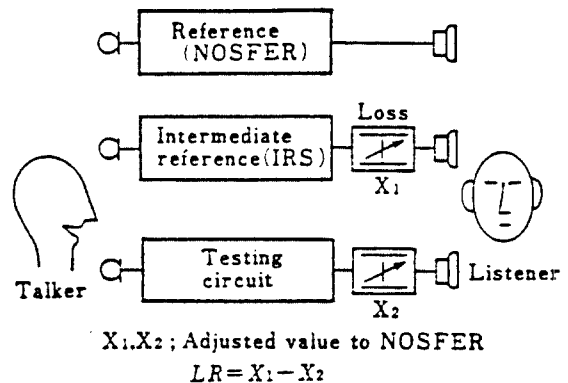


그림 3 Measurement of Loudness Rating(6).

형을 취할 때 얻어지는 양에 상당하는 값을 얻는 방법이다.<sup>10)</sup> 또 CRE에서는 넓은 대역을 갖는 표준계와 전화대역의 송수화계를 비교측정하는 보정을 하고 있다.

1984년에 이르러 라우드니스 객관측정기의 권고가 제정되어 LR값이 처음 채용되었다. 미국과 캐나다는 라우드니스를 독자적 장치인 EA-RS(Electroacoustic Rating System)에 의한 평가치를 쓰고 있지만 LR값으로 변환하는 것은 용이하다. 서독에서는 현재 RE를 쓰고 있지만 가까운 장래에 LR으로 이행할 예정이다. 프랑스는 CRE의 제안국이며, 즉석에서 LR로 이행할 생각은 없는 것 같다. 일본은 1985년에 제정된 사업용 전기통신 설비 규칙(우정성령)으로 LR이 처음으로 도입되었고, NTT에 의해 라우드니스 객관측정기(AURAL)가 개발되었다<sup>11)</sup>. 우리나라는 아직 LR에 관한 검토가 되고 있지 않은 실정이다<sup>8)</sup>.

### 나. 라우드니스의 객관평가

LR 값을 전송계획 권고로 채용하기 위해, 1981~84년에 걸쳐 LR 객관측정기의 연구가 적극적으로 이루어졌다. 음의 크기의 감각을 내이에서의 음압스펙트럼(Eardrum Sound Spectrum)을 관측하여 구하는 계산식은 1950년대에 Fletcher<sup>9)</sup>, Stevens<sup>10)</sup>, Zwicker<sup>11)</sup> 등에 의하여 연구되었다. Fletcher의 방법은 라우드니스 함수(회화음성의 라우드니스 감각에 대한 주파수 공현도를 가리킴)를 이용하여 표준계 및 피측정계의 전송특성의 차이로부터 라우드니스 정격치를 계산하는 방법이며, 라우드니스 함수법이라고도 부른다. Stevens와 Zwicker의 방법은 표준계와 피측정계의 라우드니스를 개별적으로 계산하여 이 두가지가 같은 라우드니스가 되기 위해 필요한 시스템의 삽입손실량으로부터 라우드니스 정격치를 구하는 방법이다.

CCITT에서는 Fletcher방법을 기본으로 하여 라우드니스에 대한 인간의 감각을 계산 가능한 수치로 모델화하는 방법과, 인간이 전화기를

사용하고 있는 상태에서의 전화기 감도와 같은 감도를 물리적인 수단으로 측정하는 방법이 검토되었다. 그리고 인간의 입을 대신하는 인공입(Artificial Voice)과 인간의 귀를 대신하는 인공귀(Artificial Ear)를 이용하면 Fletcher모델의 연산에 필요한 시스템의 주파수 특성을 얻을 수가 있다. 이러한 연구성과를 근거로 하여 라우드니스 객관측정기가 권고되었다.

1984년에 LR의 주관측정법·객관측정법·전송계획 권고가 제정되어, 음의 크기에 관한 품질측정이 완성단계에 도달했다. 그러나 LR은 측정과정이 복잡하고, NOSFER와 IRS의 두 종류의 기준계가 필요하며, 측정시간은 RE에 비해 2배 정도 걸린다. 그래서 CCITT에서는 현재 라우드니스에 관한 연구는 Zwicker의 방법을 포함한 라우드니스 평가모델에 관한 기초적 연구와 NOSFER을 쓰지 않고 직접 IRS와 라우드니스 평형을 취하는 방법, 그리고 RE 값을 LR값으로 변환시키는 방법 등에 대하여 검토하고 있다.

### 다. 측음의 평가

측음에 대한 품질평가 척도는 RE와 같은 개념을 기초로 하는 측음통화당량(STRE; Sidetone Reference Equivalent)이 쓰여져왔다. 그러나 STRE는 전화기측음의 영향만 고려하고 자연 측음의 영향을 고려하고 있지 않기 때문에 통화의 만족성에 대한 주관평가지와의 대응이 좋지 않다. CCITT에서는 통화의 만족성과 잘 대응되는 새로운 측음 평가척도에 관한 연구를 1973~76회기부터 시작하였다.

전화기를 이용하여 통화할때에 송화자에 있어서 자연측음은 통화에 방해되지 않고, 자연측음보다 레벨이 큰 전화기 측음만이 방해음으로서 느껴진다고 하는 STMR(Sidetone Masking Rating)과, 자연측음과 전화기측음과의 진력의 합이 통화의 만족도에 영향을 미친다고 생각하는 측음과워정격(Sidetone Power Rating)이 제안되어 비교연구가 계속되었다. 1981년에 이르러서 STMR이 권고되었다. STMR은 자연

주) 수정통화당량(CRE) = 0.0082(RE + 70)<sup>2</sup> - 39.7[dB]

측음이 전화기측음을 마스크한다고 생각할 때, 마스킹된 부분만 최소가정치가 상승했을때의 LR 값에 해당한다<sup>13)</sup>. 이와같이 STMR은 전화기측음과 자연측음 양쪽을 고려한 척도이기 때문에 자연측음을 고려하지 않은 STRE보다는 통화에 대한 인간의 만족감과 잘 대응한다. 뿐만 아니라 STMR은 LR과 같이 라우드니스 객관 측정기를 이용하여 용이하게 측정할 수 있다.

#### 라. 음향계

음량계 (Volume Meter)는 RE나 LR 등의 주관측정에 있어서 송화자의 발성레벨을 일정하게 하기 위한 모니터로서 사용된다. 종래의 음량계는 아날로그형이었기 때문에 변동하는 음량계의 지침을 인간이 읽는 작업이 들어 있었다. 이 때문에 측정자의 경험이나 개인적인 특질에 좌우되지 않고 읽을 수 있는 표준 디지털 음량계의 검토가 1981년부터 시작되었다. 검토과제는 주로 디지털 음량계에 의해서 얻어진 측정치와 종래의 아날로그 음량계에 의해서 얻어진 측정치와의 관계를 명확하게 하는 것이다. 영어, 폴란드어, 스리랑카어의 음성을 입력시킨 경우에 대하여 국제간의 라운드로빈시험(Round Robin Test) 결과를 토대로 권고안이 완성되어, 현재 권고로서 승인 수속이 진행되고 있다.

### 4 명료성의 평가

#### 가. 전화전송계에 있어서 명료성의 평가

전화전송계에 있어서 명료성의 평가는 송화자가 시험계를 통하여 음절 또는 단어를 전송하여 수화자가 빠르게 인식한 비율을 백분율로 나타낸다. 시험계의 명료성을 표준계와 상대적인 관계로 정격화한 것이 명료도 등가감쇄량(AEN)이다. 이와같은 명료도를 기초로한 품질척도에 관한 연구는 1950년대에 활발하게 이루어졌지만, 1960년 CCITT 뉴우텔리 회의에서 RE를 전송계획에 채용하기로 했기 때문에 AEN은 참고로서 기재되는데 그쳤다. 우리나라는 1961년에 전화전송 기준이 잠정적으로 세정되어 A

EN을 기준척도로 사용한 이래, 1978년 RE로 바뀌었다.

한편, CCITT 연구소에서는 꽤 이전부터 시험원에게 이에 관한 측정훈련을 하고 있지 않으며, AEN측정제도 철거하였다. 이와같은 사정에 의해 1984년에 지금까지 참고로서 기재되어 있는 AEN측정에 관한 권고는 권고집에서 삭제되어 통화품질 핸드북으로 옮겨졌다. 그러나 명료성의 확보는 통신의 기본적 목적이기 때문에 품질이 그다지 좋지않은 이동통신계나 합성음의 평가에 있어서는 중요하여, 최근에 새삼스럽게 다시 주목되고 있다. 현재 우리나라는 명료도 시험법과 이에 사용되는 음질 리스트에 관한 기초적인 연구는 있었으나 표준화되어 있지 않은 실정이다<sup>13), 14)</sup>.

#### 나. 실내 음향전달 특성의 평가

종래, 전화전송계에 있어서의 명료성의 객관 평가법에는 명료도지수(AI; Articulation Index)가 쓰여져 왔다<sup>15)</sup>. 그러나 AI에 의한 명료도 평가방법은 주위 소음의 영향은 고려되어 있지만 잔향과 에코의 영향은 고려되어 있지 않기 때문에 홀과 같이 잔향음을 수반하는 경우에는 정확하게 평가할 수 없다.

IEC에서는 1981년경부터 홀의 음향전달 특성을 객관적으로 측정할 수 있는 간단하고 편리한 측정기의 권고화를 검토해 왔다. 명료성에 대응하는 객관량으로서, 변조된 신호가 잔향이 있는 실내를 전파할 때 외관상의 변조도가 저하되는 것을 이용한 지수(STI; Speech Transmission Index)가 검토되었다. STI법은 1973년에 Houtgast와 Steeneken에 의해 제안된 방법으로 전송로의 변조도 열화 정도를 나타내는 98개의 MTF(Modulation Transfer Function)을 계측하여 지수를 구한다<sup>16)</sup>. 이 원리를 기초로한 객관측정기 권고의 검토에 있어서 주관치와 객관치와의 대응을 12개국 11언어에 대하여 조사한 결과, 객관치는 주관치와의 순위상관(Rank-order Correlation)이 높아서 사용할 수 있다는 결론에 도달했다<sup>17)</sup>. 그러나 STI법은 측

정에 시간이 걸리기 때문에 9 개의 MTF를 계측하여 간편하게 평가할 수 있는 RASTI(Rapid Speech Transmission Index)법이 제안되어 1983년에 IEC로부터 권고되었다<sup>14)</sup>.

통신분야에서도 회의통신이 확대됨에 따라 송수신의 통신환경을 포함한 품질요인이 중요하게 되어 CCITT에서도 새롭게 과제를 설정하여 연구를 시작하였으나 현재는 그다지 진전되고 있지 않은 상태이다.

### 5) 디지털음성의 평가법

음성의 디지털 처리기술이 광폭할 만큼 진전되어 1972년에 64kb/s PCM이 표준화된 이후, 1984년에는 32kb/s ADPCM, 1986년에는 7 KHz 대역의 음성 및 음악을 64kb/s로 고품질 부호화하는 SBC-ADPCM 방식이 표준화 되었고, 현재 16kb/s 부호화 방식의 표준화가 검토되고 있어서 품질평가 방법이 중요한 문제로 대두되고 있다.

#### 가. 부호화음성의 주관품질 평가법

부호화음성에 대한 품질평가법의 검토는 오피니언 평가법을 기본으로 진행되어왔다. 오피니언 평가법은 음성품질을 "매우 좋다"부터 "매우 나쁘다"까지 5 단계로 평가하여 그 평균치인 평균 오피니언값(MOS; Mean Opinion Score)으로 평가하는 방법이다.

1979~80년에 걸쳐 IEEE에서는 부호화음성에 대하여 오피니언 평가치의 상호비교를 위하여 8 개 기관의 참가하여 MOS에 대한 국제간의 비교시험을 하였다<sup>15)</sup>. 음성의 처리 조건은 표준조건으로서 백색잡음과 진폭상관잡음을 부가하고, 양자화 비트수를 변화시킨  $\mu$ -law PCM을 이용하여, 평가대상 조건으로서는 ADPCM 및 PCM의 전송비트 에러가 없는 경우로 하였다. 평가용 음성은 각 연구기관마다 남녀 2 명을 선정하고, 짧은 문장을 이용하였다. 결과는 그림 4에 나타난것처럼 당초의 의도와는 달리 잘 관리된 실험조건 아래에서도 MOS를 직

접 비교하는 것은 매우 곤란하다는 것이 판명되었다. 그러나 Reference로서 진폭상관잡음(진폭이 음성에 비례하는 백색잡음, S/N비율 Q [dB]라고 부름)을 이용하고, 부호화 음성의 품질을 MOS가 같은 Reference 신호의 S/N 비로 표현되는 등가Q치법을 이용하면 MOS에서 나타난 것과 같은 실험간의 평가치의 편차를 줄일 수 있다<sup>16)</sup>.

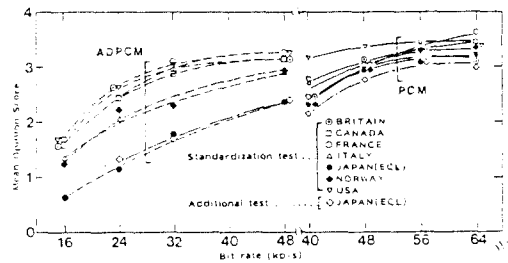


그림 4 Quality of the fixed predictor ADPCM and PCM codecs with error-free transmission measured by seven different countries [20].

이 결과는 CCITT에서 계속 연구되어 위에서 언급한 Reference 신호를 발생하는 표준 장치(MNRU; Modulated Noise Reference Unit)와 이것을 이용한 오피니언 평가법이 1984년에 권고되었다. MNRU의 구성과 등가 Q값의 결정법을 그림 5에 나타낸다<sup>17)</sup>. 이렇게 해서 구해진 Q값에 대해서는 그 등가잡음에 대한 전력의 가법성이 거의 성립하기 때문에 전화망 설계에 유효한 양이 되고 있다.

또한 1985~88회기에 들어와서 종래보다도 광대역 고품질의 부호화음성을 평가하기 위한 광대역 MNRU와, 이것을 이용한 일대일 비교시험법(Paired Comparison Test)을 기초로 하는 등가 Q치법의 표준화가 검토되고 있다. 또 고품질 부호화방식을 DSI(Digital Speech Interpolation) 방식과 조합시켜 전송로를 더욱 유효하게 이용하는 DCME(Digital Circuit Multiplication Equipment) 방식에 대한 품질 평가법의 검토가 시작되고 있다.

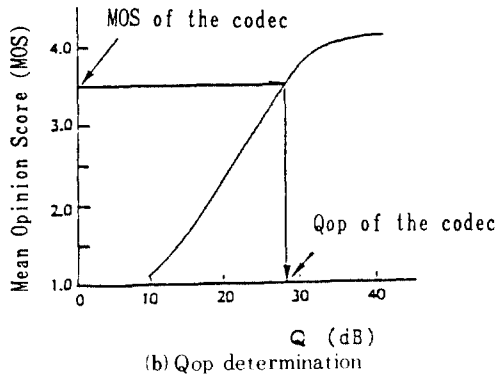
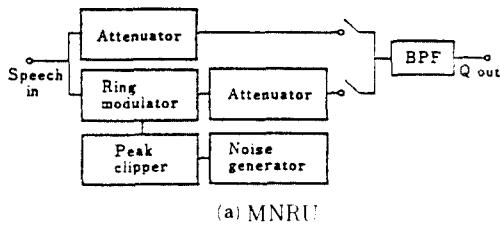


그림 5 Basic arrangement of Modulated Noise Reference Unit(MNRU), which generates speech-correlated noise( $S/N=Q$ ), and opinion equivalent  $Q(Qop)$  determination [22].

나. 부호화음성의 객관품질 평가법

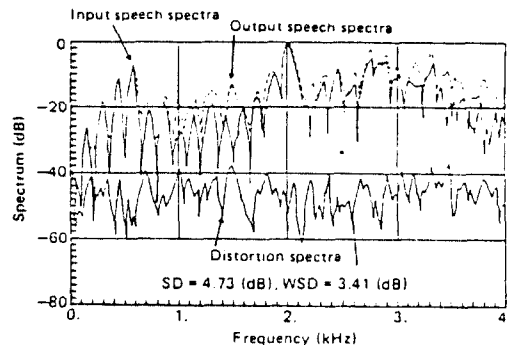
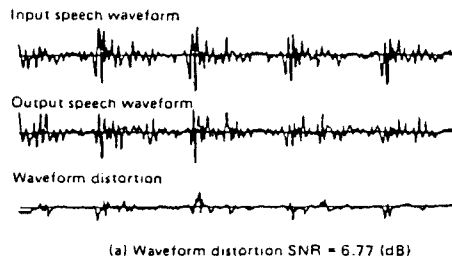
CCITT에서 고능률 부호화음성에 대한 객관 품질평가법의 검토는 1981~84회기 부터 시작 되었다. 객관품질 평가법에서는 주관품질과 잘 대응되는 물리량을 찾아내서 그 물리량을 측정 하여 인간이 평가한 것과 동등한 평가치를 추정 한다.

부호화음성의 품질을 물리적으로 추정할 때 입출력 사이에서의 음성의 왜곡량은 중요한 객 관적 평가량의 하나이다. 종래 PCM 방식에 대 해서는 이와같은 방법으로서 정현파 또는 가우 스 잡음을 입력했을때의 신호대양자화 잡음비 ( $S/N_q$ )가 이용되어 왔다. 그러나 고능률 부호 화음성의 양자화 왜곡 스펙트럼은 평탄하지 않 기 때문에 고능률 부호화음성에 이 방법을 그 대로 적용할 수가 없다.

SNRseg (Segmental Signal-to-Noise Ratio) 는 음성신호를 입력했을 때의 신호대양자화 잡 음비를 20~30ms의 짧은 구간마다 계산하여 그

평균을 취하는 것이다. 이 방식은 짧은 구간마 다 계산되므로 신호레벨이 낮은 구간도 잘 반영 된 척도로서 부호화 알고리즘을 개발할때 객관 평가척도의 하나로 이용된다<sup>23</sup>.

그러나 각종 부호화 방식을 통일적으로 평가 하는데에는 SNRseg와 같은 시간영역의 평가척 도보다 주파수영역의 평가척도가 주관치와의 대 응이 좋으며, CCITT에서는 LPC 켈스트럼 거 리법 (Cepstrum Distance Measure)이나 코히 렌트 함수법이 검토되고 있다. 시간영역과 주파 수영역에서의 객관평가 척도의 예를 그림 6에 나타낸다<sup>24</sup>. LPC 켈스트럼 거리법은 부호화방 식 입출력간의 스펙트럼 포락의 차분으로 부터 주관치를 추정하는 방법이다. 코히렌트 함수법 은 FFT에 의해 구한 스펙트럼 전체의 형상에 대한 입출력간의 상호상관계수로 부터 주관치를 추정하는 방법이다.



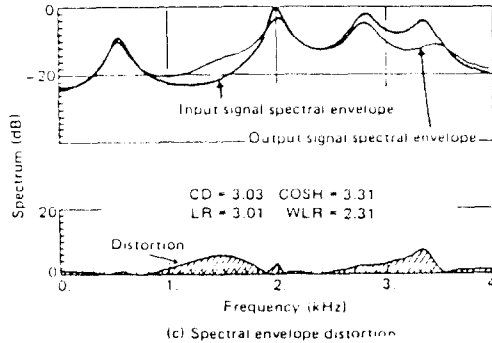


그림 6 An example of objective quality measures for a speech waveform coding system in time and frequency domains [24].

그런데 부호화음성의 품질은 송화자나 송화 내용에도 의존하기 때문에 객관치를 계산할때에 테스트신호 선택이 문제가 된다. 음성신호 자체를 이용하는 경우에는 어떤 송화자가 발성한 어떤 내용의 문장을 쓰는가를 객관적으로 기술해야 하지만 현재는 그와같은 기준이 명확하게 되어있지 않다. CCITT에서는 수식 또는 알고리즘에 의해 발생법을 규정할 수 있고, 각종의 음성신호가 통계적인 특성을 갖게할 수 있는 의사 음성신호를 사용하는 방향으로 검토하고 있다<sup>25)</sup>. 고려되고 있는 특징량은 순시 진폭 분포, 진

폭포락치분포, 장시간 평균스펙트럼, 장시간 평균진폭 포락스펙트럼, 세그멘탈 파워분포, 단시간 스펙트럼의 변화특성 등이다. 이들 특성을 규정하는 구체적인 수치는 음운의 출현빈도를 고려한 20개국의 언어음성을 분석하여 결정하려고 하고 있다.

### [6] 오피니언 평가치의 객관적추정

전송계의 품질을 결정하는 요인이 복합적으로 존재할 때, 품질에 대한 종합적인 만족도(MOS)를 주관평가에 의하지 않고 계산에 의해 추정하는 방법은 객관평가법의 궁극적인 형태이며, CCITT에서는 1960년대부터 기초적인 연구가 계속 진행되어 왔다. 이와같은 모델은 라우드니스 척도나 명료도 척도보다도 인간의 고차적인 평가과정을 취급하기 때문에 보편적인 모델화는 대단히 어렵다.

지금까지 영국과 미국, 일본, 프랑스에서 객관추정모델이 제안되었다. 제안된 모델의 특징을 표 2에 나타낸다. 영국의 CATPASS (Computer-Aided Telephony Performance Assessment) 모델에서는 전송계의 특성이 주어

표 2 오피니언치의 객관추정 모델의 비교

제안국	명 칭	추 정 방 법	특 징
영 국	CATPASS	대역마다 웨이팅을 준 척도에서 최적치로부터의 벗어남을 나타내는 계수를 곱한다.	정밀도는 비교적 좋다. 심리적 평가과정은 고려하고 있지 않다.
미 국	TR	물리량과 MOS치의 대응으로부터 직접 품질평가척도를 만든다.	정각심리적 고려는 하고 있지 않다. 처리하기 쉽다.
프랑스	Information Index	입출력간의 상호 정보량으로부터 품질을 추산한다.	취급할 수 있는 품질 요인이 적다.
일 본	OPINE	품질의 정각, 심리요인은 모델화하여 심리장에서 최적조건으로 부터의 일화량을 계산한다.	정밀도가 좋다. 정각심리적인 고려가 되어 있다.



지면 내이에서의 실효감각레벨을 계산하고, 명료도나 라우드니스의 계산모델과 유사한 사고방식에 의해 대역마다 오피니언 평가에 공헌하는 정도가 다르다고 하고, 주파수 영역에서 웨이팅된 실효감각 레벨의 합을 오피니언값에 대응하는 기본지수로 한다. 여기에 라우드니스의 최적치로 부더의 벗어난 정도와 무통화시 잡음에 의한 열화계수를 곱하여 하나의 지수를 만든다. 풍부한 실험데이터를 기초로 이 지수와 평가치 사이의 실험식을 구성하여 객관평가 모델로 하고 있다<sup>27)</sup>. 미국의 TR (Transmission Rating) 모델은 전송계의 손실과 잡음레벨등의 물리량과 이에 대응하는 오피니언값을 기본으로 하여 도출된 심리척도치로부터, 직접 ()에서 100 까지 TR이라고 부르는 품질척도를 산출한다<sup>28)</sup>. 일본의 모델은 OPINE (Overall Performance Index Model for Network Evaluation) 모델이라고 부르며 품질에 크게 영향을 주는 심리적인 요인을 가정하여, 심리영역상에서의 최적조건으로 부더의 열화량을 가산하여 평가치를 추정한다<sup>29)</sup>. 프랑스의 모델은 PCM 회선의 상호정보량으로부터 품질을 추정하는 것으로 이것을 아나로그계 쪽으로도 발전시키고 있다. 이 방식으로는 취급할 수 있는 요인이 적기 때문에 적용범위가 적다<sup>30)</sup>.

현재 전화망은 아날로그망에서 디지털망으로 급속하게 바뀌어가고 있지만, 그 이행과정에서 망을 종래와 같은 한계품질(MOS > 1.5; 품질을 보통 이상으로 느끼는 사람의 비율이 50%) 규정만으로 설계해가면 망의 평균품질이 현재보다도 저하되어 버릴 우려가 있다. 한계품질만이 아니고 평균품질이나 그 분포도 고려하여 적절한 품질을 유지하면서 망의 디지털화를 진행시켜갈 필요가 있다. 만족성에 대한 객관평가 모델은 망의 품질분포를 파악하는 유력한 수단이므로 CCITT에서는 지금까지 제안된 방법을 기본으로 객관평가 모델을 표준화하려는 움직임이 일어나고 있다.

## 7) 결 론

음성정보 전달에서 품질평가에 관한 표준동향에 대하여 CCITT를 중심으로 기술하였다. 종래, 전송계의 품질요인의 영향을 분명하게 하는 것을 목표로 했던 음성품질의 연구는 ISDN의 시대를 맞이하여 앞으로는 새로운 음성처리방식의 품질과 통신환경을 포함한 품질, 멀티미디어의 품질요인 등 보다 광범위한 품질요인에 대한 인간의 평가 특성을 행동과학적으로 해명하는 방향으로 진행시켜 갈 것으로 생각된다.

아울러 국내에서도 이 분야에 대한 재고와 함께 규격정비, 측정방법 및 기초연구를 위하여 CCITT SG XII의 국내 연구반과 연구기관, 학계를 중심으로 활발한 연구가 진행되어야 하리라 생각된다.

## 참 고 문 헌

1. CCITT VIIIth Plenary Assembly, Recommendations of the P Series (V) and the G Series (III). Yellow Book, Geneva (1980).
2. VIIth Plenary Assembly of the CCITT, Questions Allocated to Study Group XII for the Period 1981-1984, CCITT COM XII-1 (1981).
3. 小坂直敏, 寛一彦, “基本的支配要因を対象とした通話品質客観評価モデル,” 電子通信学会論文誌 J68-A, 175-182 (1985).
4. 전화전송기술 기준, 체신부 시설국(1977)
5. CCITT Recommendation, “Measurement of reference equivalents and relative equivalents,” Yellow Book V, Rec. p.72, ITU Geneva (1981).
6. CCITT Recommendation, “Determination of loudness rating: fundamental principles,” Red Book V, Rec. p.76 ITU (1984).
7. 人井寛一彦, “ラウドネス客観測定の実現,” 電子通信学会論文誌 J67-A, 45-52 (1984).
8. 통화품질 평가를 위한 접속 음량손실 척도에 대한 고찰, 전기통신연구 1, 51-56 (1987).
9. H. Fletcher, Speech and Hearing in Com-

- munication (D. Van Nostrand Co. Inc., New York, 1953).
10. S.S. Stevens, "Procedure for calculating loudness: Mark VI," J. Acoust. Soc. Am. 33, 1577-1585 (1961).
  11. E. Zwicker, "Ein Verfahren zur Berehung der Lautstärke." Acustica 10, 304-308 (1960).
  12. CCITT Recommendation, "Sidetone loudness rating," Red Book V, Rec.P. 76, § 3 ITU (1984).
  13. 최진태, "명료도 측정에 관한 연구," 전기통신연보 10, 15-32 (1968).
  14. 최진태, "명료도 측정에 관한 연구-음성의 물리적 특성," 전기통신연보 10, 20-44 (1969).
  15. "Methods for the calculation of the articulation index," ANSI Standard S3.5-1969 (American National Standards Institute, New York, 1969).
  16. T. Houtgast and H.J.M. Steeneken, "The modulation transfer function in room acoustics as a predictor of speech intelligibility," Acustica 28, 66-73 (1973).
  17. T. Houtgast and H.J.M. Steeneken, "A multi-language evaluation of the RASTI-method for estimating speech intelligibility," 11th ICA (Paris) 7, 89-92 (1983).
  18. IEC, "RASTI method for the objective rating of speech intelligibility in auditoria," IEC Rep. Pub., 268-16 (1984).
  19. D.J. Goodman and R.D. Nash, "Subjective quality of the same speech transmission conditions in seven different countries," IEEE Trans. Commun., COM-30, 642-654 (1982).
  20. 筧一彦, 伊藤憲三, "音声CODECの主観品質評価法," 日本音響学会講演論文集3-4-8, 145-146 (1983, 3)
  21. M. Nakatsui and P. Mermelstein, "Subjective speech-to-noise ratio as a measure of the speech quality for digital waveform coders," J. Acoust. Soc. Am., 72, 1136-1144 (1982).
  22. CCITT Recommendation, "Modulated noise reference unit (MNRU)," Red Book V. Rec.P. 70 (1984).
  23. P. Mermelstein, "Evaluation of a segmental SNR measure as an indicator of the quality of ADPCM coded speech," J. Acoust. Soc. Am. 66, 1664-1667 (1979).
  24. 伊藤憲三, 北脇信彦, 筧一彦, "音声のディジタル波形符号化方式の客観的品質評価尺度の検討," 電子通信学会論文誌 J66-A, 274-281 (1983).
  25. CCITT COM XII-No. 132 (1981-1984), "Evaluation of nonlinear distortion using simulated speech signal,".
  26. G. Modena, S. Sandri and C. Scagliola, "A mathematical model of an artificial signal for the testing of digital speech transmission systems," CSELT Rapporti tecnici VI, 1, 47-54 (1978).
  27. D.L. Richards, "Calculations of opinion scores for telephone connections," Proc. IEE. 121, 313-323 (1974).
  28. J.R. Cavanagh, R.W. Hatch and J.R. Sullivan, "Models for the subjective effects of loss noise and talker echo on telephone connections," Bell Syst. Tech. J. 55, 1319-1371 (1976).
  29. 小坂直敏, 筧一彦, "基本的支配要因を対象とした通信品質客観評価モデル," 電子通信学会論文誌 J68-A, 70-77 (1985).
  30. CCITT COM XII-221 (1985-1988), "Calculation of transmission performance from objective measurements by the information index method".



金敬泰

저자약력

- 1949년 5월 9일생
- 1968. 3 ~ 1972. 2 : 경북대 전자공학과
- 1978 ~ 1980 : 연세대학교 대학원 전자공학과
- 1981 ~ 1985 : 일본 Tohoku Univ . 전기 및 통신 공학과 (공학박사)
- 1974 ~ 1978 : 한국전자 주식회사 사원
- 1978 ~ 1985 : 한국기계 연구소 선임연구원
- 1986 ~ 현재 : 한국전자통신연구소 음향연구실장



李勇柱

저자약력

- 1954년 1월 17일생
- 1972. 3 ~ 1976. 2 : 고려대학교 전자공학과
- 1985. 9 ~ 1987. 8 : 고려대 대학원 전자공학과 (통신공학전공)
- 1985. : 일본 동북대학 응용정보학 연구센터
- 1976. 3 ~ 1980. 7 : 공군 제 7 항로 보안단 통신장교
- 1980. 8 ~ 현재 : 한국전자통신연구소 선임연구원

용어해설

● 스위칭 트랜지스터 (switching transistor) : 컴퓨터나 전자 교환기 등의 디지털 회로 및 기타 회로의 개폐 소자로써 이용되는 트랜지스터이다. 스위칭 소자로 사용되려면 포화 저항이 적고 소수 반송자의 축적 시간이 짧을 것 등이 필요하다.

● 스트레스 (stress) : 시스템 기기 또는 부품에 가해져서 그 기능에 영향을 주는 물질적 인자로서 환경에 의해 주어지는 외부 힘과 내부적으로 대응되는 두의 두 가지가 있다.

● 스펙트럼 (spectrum) : 전파를 파장이 짧은 것부터 긴 것의 순으로 배열한 것. 또는 빛이 프리즘을 통과했을 때 파장에 따라 굴절률이 다른 여러 가지 색으로 나누어지는데, 이 배열을 스펙트럼이라고 한다.

● 스펙트럼 응답도 (spectral responsivity) : 특정 파장에서 단위 파장 간격에 대한 반응도.



姜 成 勳

저자약력

- 1956년 6월 15일생
- 1976. 3 ~ 1978. 2 : 조선대학교 전자공학과
- 1978. 3 ~ 1981. 2 : 관운대학교 전자공학과 (공학사)
- 1981. 3 ~ 1983. 3 : 연세대학교 전자공학과 (공학 석사)
- 1983. 10 ~ 1987. 3 : 일본 고오베 전자공학과 (공학 박사)
- 1987. 4 ~ 1987. 8 : 일본 YAMAHA 주식회사, 음향연구실 연구원
- 1988. 2 ~ 현재 : 한국전자통신연구소, 음향연구실 선임연구원

용어해설

- 시스템 (system) : 넓은 의미로는 하나의 계(系), 또는 방식을 가리키지만 좁은 의미로는 여러 전송 방식의 다중 전화 및 TV 전송로의 단위를 가리킨다.
- 시스템 기동 (system start up) : 시스템이 완전 고장시 STS (automatic test supervisor) 키이 또는 자동 로우드에 의해 시스템을 정상 운용상태로 가져가는 과정.
- 시스템 데이터 (system data) : 전화 교환국의 상황에 따르지 않고 고정된 방식으로 부여되는 데이터의 총칭. 그 예로서 프로그램의 실행 주기를 나타내는 시각표가 있다.
- 시스템 생성 (system generation) : 오퍼레이팅 시스템 (OS) 을 사용하여 다른 오퍼레이팅 시스템을 구성하는 것으로서 각 부분을 어셈블하고 연계(連係) 하는 과정이다.
- 시스템 서어비스 저하 (fall back configuration) : 장치 또는 소프트웨어 이상으로 인하여 시스템의 서어비스가 저하되는 현상.