

## 오피니언 테스트에 의한 전화 음성품질 평가

# Assessment of Telephone Speech Transmission Quality by Opinion Test

권 윤 주\*, 장 대 영\*, 강 경 옥\*, 강 성 훈\*

(Yoonju Kwon\*, Daeyoung Jang\*, Kyeongok Kang\*, Seonghoon Kang\*)

### 요 약

본 연구에서는 통신망의 음성품질 기준을 설정하기 위하여, 음성품질 열화요인 중 음량정격 및 측음 마스크 정격에 대한 일련의 주관평가를 실시하여, 음량정격과 평균 오피니언 점수 및 측음 마스크 정격과 평균 오피니언 점수와의 상관을 구하였다. 또한 음성품질에 대한 사용자 백분율을 도출하여 사용자의 오피니언을 기본으로 하는 음성품질 기준을 세안하였다.

### Abstract

In order to establish the speech transmission quality of networks, a series of subjective tests for loudness rating (LR) and sidetone masking rating (STMR) among transmission impairments were carried out. As a result of subjective tests, relationships of mean opinion score (MOS) with LR and STMR, respectively, were obtained. Also, we obtained the cumulative MOS characteristics which represent the percentage of scores that subjects voted. Thus it is easy to achieve a strategic objective of customer satisfaction for present networks and new services.

### I. 서 론

두 사람이 전화를 이용하여 통화할 경우, 송화자의 입과 수화자의 귀 사이에는 복잡한 전송경로가 존재하게 되며, 수화음신 신호는 송화자가 발성한 음성레벨과, 전송경로 및 수화기 출력단의 음량손실에 의존한다. 이런 음량손실에 의해 전화회선을 통한 음성통신의 효율성과 가입자 만족도가 변화한다. 즉, 음량손실이 너무 크면 명료성이 감소하여 전달된 정보를 이해하는데 필요한 청취노력과 시간이 증가한다. 반면 음량손실이 너무 작으면 수화음성이 너무 커서 가입자의 만족도가 감소한다. 통화의 일차적 목표가 정

확한 정보전달이라고 볼 때, 수화음성의 과대로 인한 불쾌감을 유발시키지 않는 범위에서 전달되는 음성신호의 명료성을 확보하는 것이 전화망 설계시의 가장 중요한 목표라고 할 수 있다<sup>1)</sup>.

음량손실 이외에도 통화품질을 일화시키는 요인은 많으나, 측음은 전화통화의 품질에 영향을 미치는 중요한 요인중의 하나이다. 측음이 통화의 만족성에 어느 정도 영향을 미치는지에 대해서 아직 명확히 밝혀지지 않았으나, 우선 송화측음이 커지면 측음이 음성을 마스크하여 통화를 방해하고 불쾌감을 유발하므로 발성레벨을 저하시키거나 송화기를 멀리하는 등 송화측음을 저하시키려는 행동을 보인다. 반면 수화측음이 작으면 무향실에서 통화하는 것같은 무자연스러움을 느끼게 한다<sup>2)</sup>.

본 논문에서는 전화 통화에서의 최적의 만족을 얻

\* 한국전자통신연구소 신호처리연구실  
접수일자: 1991. 9. 2.

을 수 있는 음량정격 및 축음 마스크 정격을 도출하고, 국내 통신 실정에 적합한 전화계의 음성품질 기준을 제안하고자 일련의 오피니언 실험을 실시하여, 음량정격 및 축음마스크정격에 관한 기준을 제안하였다.

## II. 음량정격에 관한 오피니언 테스트

### 1. 회화 오피니언 테스트

실험회선의 블록다이어그램을 그림 1에 나타낸다. 실내소음은 전 실험에 걸쳐 50dB(A), STMR은 5dB, 회선잡음은 -57dBmp로 고정하였다. 또한 LR 수준의 변화에 따른 음성레벨의 변화를 알아보기 위하여 두 피험자의 각 회선의 송화단에서 음성레벨 측정기로 각 실험조건에서의 대화의 평균 음성레벨을 측정하였다. 실험은 음량정격(Loudness Rating : LR)을 0-40dB까지 가변하면서 실시하였고, 각 조건에서 두 피험자가 서로 다른 방음실에서 통화하도록 하였다. 이때 피험자간의 원활한 대화를 유도하기 위하여 6장의 그림카드를 주고 그 신호도에 대해 이야기하도록 하였다. 대화가 종료되면 오피니언 척도상에 각 조건에서의 상대방의 음성의 크기에 대한 의견을 기입하도록 하였다. 실험에는 20대의 대학생 46명이 피험자로 참가하였다. 사용된 오피니언 척도는 다음과 같다.

오피니언 척도 I : 음량 만족도 척도

- A 매우 나쁘다
- B 나쁘다
- C 보통이다
- D 좋다
- E 매우 좋다

오피니언 척도 II : 음량 신호도 척도

- A 너무 작다
- B 작다
- C 적당하다
- D 크다
- E 너무 크다

오피니언 척도 III : 청취노력 척도

- A 아무런 노력없이 편안히 들을 수 있다
- B 별다른 노력없이 주의만 하면 알아 들을 수 있다.
- C 알아 듣기 위해서는 어느 정도의 노력이 필요하다
- D 알아 듣기 위해서는 상당한 노력이 필요하다
- E 아무리 노력해도 알아 들을 수 없다

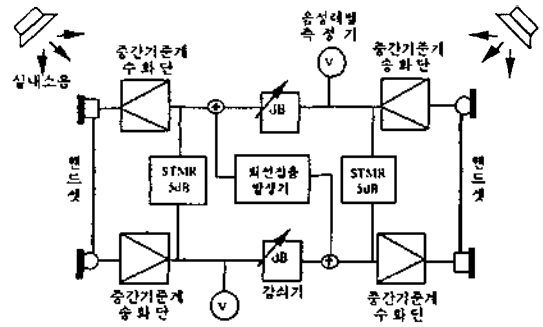


그림 1. 회화 오피니언 테스트의 블록다이어그램  
Fig 1. Block diagram of experimental system for conversational opinion test.

오피니언 척도, I, II의 각 카테고리에는 1,2,3,4,5의 가중치를, 오피니언 척도 III에는 0,1,2,3,4의 가중치를 두어 각 실험조건에 대한 평균 오피니언 점수(MOS), 음량 신호도 점수(YLP), 청취 노력 점수(YLE)를 구하였다. LR을 X축으로, MOS, YLP 및 YLE를 Y축으로 하여 도식화한 것을 각기 그림 2, 그림 3 및 그림 4에 나타낸다.

그림 2에서 LR 0~12dB일때 MOS 3.5이상의 좋은 회선으로 평가되고 있으며, 그림 3에서는 LR 8dB전

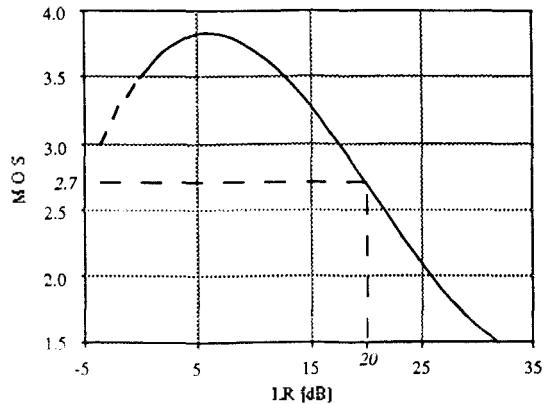


그림 2. LR과 MOS의 관계(회화 오피니언 테스트)  
Fig 2. Correlation between LR and MOS(conversational opinion test).

후에 대해 음량선호도점수 YLP가 약 3으로 "적당하다"고 평가되고 있다. 또한 그림 4의 청취 노력 정도에서도 LR 10dB이하이면 노력없이도 문장내용을 이해할 수 있는 것으로 나타나고 있다. 따라서 LR 0-10dB일 때 사용자가 만족할 수 있는 품질이라고 할 수 있다.

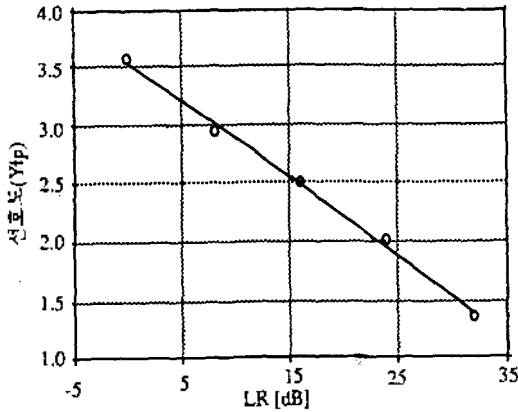


그림3. LR과 음량 선호도 점수와의 관계(회화 오피니언 테스트)

Fig 3. Relation between LR and loudness preference score(conversational opinion test).

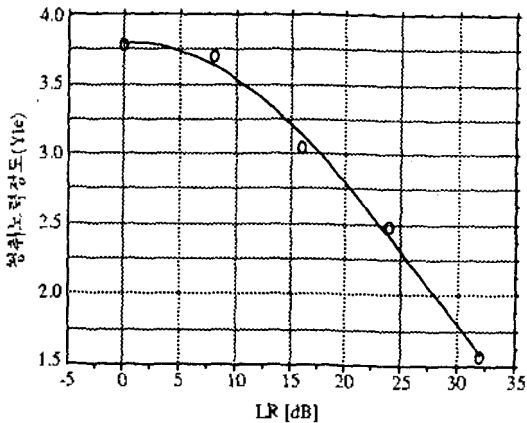


그림4. LR과 청취 노력 점수와의 관계(회화 오피니언 테스트)

Fig 4. Relation between LR and listening effort score (conversational opinion test).

2. 청취 오피니언 테스트

청취 실험에서는 실제 송화자 없이 각 피험자에게 미리 녹음된 문장을 들려주었다. 녹음된 문장들은 각

기 약 7초 정도의 길이이며, 한 여성 발성자에게 자연스러운 속도로 문장들을 읽게 하여 녹음하였다. 실험 결과의 정확성을 위해서는 음성레벨을 일정하게 유지할 필요가 있으므로 녹음된 문장들을 재생하여 편차가 없이 일정하도록 조정하여 다시 녹음하였다.

전체음량정격(OLR)은 0dB에서 32dB (0dB, 8dB, 16dB, 24dB, 32dB의 5가지 수준)까지 가변시켰고, 이 실험조건들의 실시 순서는 무선화하였다. 전 실험에 걸쳐 실내소음은 50dB(A)로, 회선잡음은 -57dB mp로, 측음은 STMR 5dB로 고정하였다. 실험조건으로 선정된 5가지 수준의 LR에 대해 미리 녹음된 7초 정도의 문장을 하나씩 들려 주었다. 각 피험자는 5개 조건 각각에 대해 제시된 문장을 듣고 회화오피니언 테스트에서와 같이 세 가지 오피니언 척도를 이용하여 회선의 전송품질을 평가하도록 하였다. 실험에는 연구원 18명과 대학생 42명으로 모두 60명의 피험자가 참가하였다.

회화 오피니언 테스트시와 마찬가지로 각 실험조건에 대한 평균 오피니언 점수(MOS)를 구하였다. 이 결과 값을 각각 평균 오피니언 점수(MOS)라고 할 때 LR을 X축으로 MOS를 Y축으로 하여 도식화한 것을 그림 5에 나타낸다. 그림 5에서 LR이 0~10dB일 때 MOS 3.5이상의 품질로 평가되고 있다.

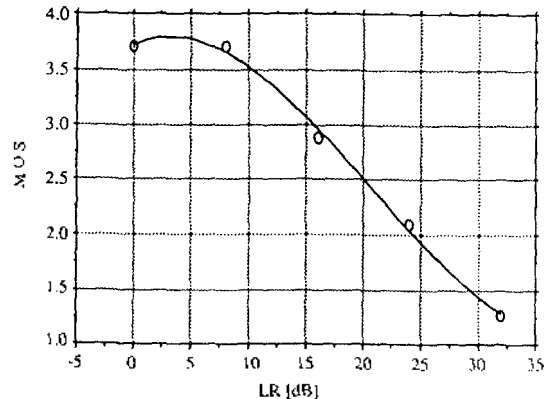


그림5. LR과 MOS와의 관계(청취 오피니언 테스트)

Fig 5. Relation between LR and MOS(Listening opinion test).

3. 조정법 평가

오피니언 테스트는 실험자가 실험조건을 가변하면서 피험자로 하여금 평가하도록하는 방법이지만, 조

정법 테스트는 녹음된 문장을 들으면서 피험자가 감쇠기를 직접 조정하면서 최적의 음량을 찾도록 하는 방법이다.

실험조건은 실내소음은 50dB(A), 회선잡음은 -57dBmp, 측음은 STMR 5dB로 오피니언 테스트와 동일하게 제시하였다. 우연효과를 배제하기 위해 각 피험자당 3회의 조정을 하도록 하였으며, 첫번째 조정시의 값이 피험자의 다음 조정에 영향을 미치지 않도록 각 조정때마다 실험자가 실험자용 감쇠기를 변화시켰다. 청취 오피니언 테스트에 참여했던 60명의 피험자가 실험에 참여하였다.

각 피험자의 3회의 판단의 편차의 평균인 2dB를 LR의 간격으로 하여 X축에, 해당간격을 최적 음량 수준으로 판단한 피험자의 백분율을 Y축에 나타낸 것이 그림 6이며, 이 자료의 평균, 중앙치 및 분포의 범위를 표 1에 나타낸다.

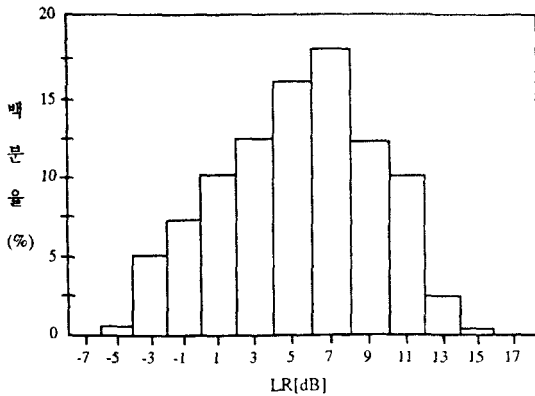


그림 6. 최적 음량으로 선택한 피험자의 백분율  
Fig 6. Subject's percentages judging as the optimal LR.

표 1. 조정법 평가의 결과

Table 1. Results of adjustment method.

	평균	중앙치	최빈치	최소값	최대값	범위
LR (dB)	7	5	7	4	16	22

LR 6~8dB에 대해 최적의 판단이 이루어졌다고 평균치 및 최빈치도 LR 7dB로, 오피니언 평가에서 얻어진 적절한 음량수준의 범위인 LR 0-10dB가 타당함을 입증해준다. 또한 최적이라고 할 수 있는 값이 최대 15dB까지도 나타나지만, LR이 큰 쪽보다는

LR이 작은 쪽에 더 많은 분포를 보여 다소 큰 음량이 선호되는 것으로 나타났다.

#### 4. 오피니언의 분포

회화 및 청취 오피니언 테스트를 통해 음량손실 정도에 대한 전화 사용자의 의견, 즉 MOS를 구하여 LR 0 10dB 정도의 음량손실이 최적으로 평가되고 있음을 알아 보았다. 그러나 MOS는 전화 사용자가 전화회선에 대해 실제로 어느 정도 만족하는지에 대한 정보는 제공해 주지 못하므로, MOS 자체만으로는 전화망 설계사의 경제성도 고려하면서 전화사용자가 만족하게 하기 위해, 어느 정도의 음량손실이 필요한지는 알 수 없다. 따라서 사용자가 오피니언 척도의 각 카테고리에 응답하는 확률에 기초하여 사용자의 만족의 정도를 알아 보기로 한다[7].

그림 7은 4회의 오피니언 테스트에 있어서 MOS와 오피니언 척도의 각 카테고리에 대한 평정의 비율을 나타낸 것이다.

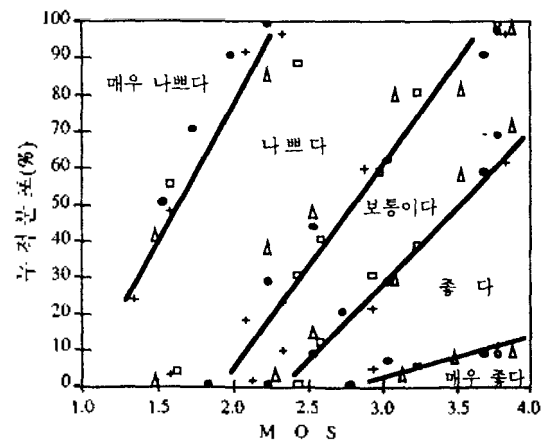


그림 7. MOS와 오피니언 척도 I의 각 평정의 비율  
Fig 7. Relation of percentages of each ratings in opinion scale I with MOS.

●는 LR, STMR, 회선잡음에 대한 회화 오피니언 테스트(91년 2월 19일 시행)의 결과로, □는 송화측 유선 오피니언 테스트(91년 4월 13일 시행)의 결과로, △는 LR청취 오피니언 테스트(91년 5월 30일 시행)의 결과로, 그리고 +는 LR 회화 오피니언 테스트(91년 6월 22일 시행)의 결과를 나타낸다. 각 테스트의 피험자수는 각각 40명, 33명, 60명, 46명이므로 그

림 7은 총 179명의 피험자를 대상으로 한 평정의 백분율이다.

4회의 오피니언 테스트의 결과간에 있어서 대체로 평정의 백분율과 MOS는 직선적인 관계를 보인다. 즉, 실험기간이나 피험자의 구성 등이 달라도 평정의 백분율과 MOS는 일정한 대응관계를 가진다. 이것은 인적 구성요소가 다소 변하여도 실험절차를 표준화하여 가능한 방해요인들을 적절히 통제함으로써 실험 결과의 신뢰성을 충분히 높힐 수 있다는 것을 입증해 주고 있다.

5. 고 찰

5.1 피험자의 구성

LR에 대한 오피니언 테스트에 있어서 전체 피험자의 30%가 연구원, 70%가 대학생이었으며, LR에 대한 MOS는 이 양 집단간에 차이가 없어, 이 두 집종의 차이는 통화품질의 평가에 영향을 미치지 않는 것으로 나타난다.

표 2에 청취 및 회화 오피니언 테스트의 피험자 총 106명의 연령별 분류를 나타낸다. 피험자의 대부분이 25세 이하와 26세 이상의 두 집단간에 결과에 있어서 연령에 따른 차이는 유의미하지 않은 것으로 나타난다. 일반 전화사용자를 대표한다고 할 수는 없으나, 25세 이하와 26세 이상의 두집단간에 결과에 있어서 연령에 따른 차이는 유의미하지 않은 것으로 나타나므로, 본 연구에서 얻어진 결과가 적어도 45세까지의 전화 사용자의 의견을 대표한다고 할 수 있을 것이다. 그러나 고령화에 따른 청각손실을 고려하면 전전한 청력과 비교하여 50세 이상의 전화 사용자에게 대한 청력 보상도 충분히 검토되어야 한다.

표 2 피험자의 연령별 분류

Table 2. Age distribution of subjects

25세 이하	25-35세	36-45세
72%	25%	3%

5.2 청취와 회화 오피니언 결과의 비교

그림 8은 MOS에 대한 청취 및 회화 오피니언 테스트의 결과를 비교한 것이다.

전반적으로 회화 오피니언의 결과가 청취 오피니언의 결과보다 평균적으로 MOS가 0.2점 정도 높게

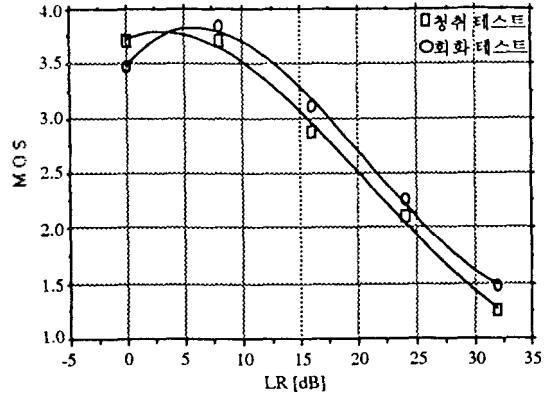


그림8. 청취 및 회화 오피니언 테스트에서 얻어진 MOS  
Fig 8. MOSs in listening and conversational opinion tests.

나타나고 있다. 단지 음성을 듣기만 하는 청취 오피니언 테스트시에 비해, 두 사람이 통화를 하는 회화 오피니언 테스트시에는 LR이 너무 커서 음량이 작을 경우에는 서로 음성의 크기를 크게 하고, LR이 너무 작아서 음량이 클 경우에는 음성을 작게 하는 등의 보상행동을 취하게 되므로 동일한 조건에서도 심리적 평가치는 약간의 차이를 보이게 되는 것이 그 원인이지만 유의미한 차이는 없다.

또한 청취 오피니언 테스트가 회화 오피니언 테스트 이전에 실험조건의 범위를 설정하기 위한 예비적 테스트로 중요한 역할을 하기는 하지만, 청취보다 회화가 실제 전화통화 상황과 더 유사하므로 청취 테스트의 결과에 신뢰성을 부여할 수 있기 위해서는 회화 테스트와의 충분한 비교검토가 선행되어야 한다 [9].

5.3 MOS의 분산

MOS의 분산을 표준편차로 나타낼 때 청취 및 회화 테스트의 전체 분산은 약 0.7이고, 이 값은 일본의 연구[1]에서 얻어진 0.2-0.4보다 다소 크다. 이것은 청취 및 회화 테스트의 피험자가 약 100명 정도로 일본의 370명에 비해 그 수가 작은 것에 기인한다. 그러나 결과의 통계처리를 위해서는 100명의 피험자로 충분하며, 피험자수가 증가되면 분산은 그에 따라 줄어들 것이다.

5.4 MOS의 국제간 비교

그림 9에 LR에 대한 각국의 MOS를 나타낸다.<sup>[12]</sup> LR 8dB 부근에서 MOS가 가장 높은 점은 일치하고 있지만, 다른 LR에 대해서는 실험조건의 차이 등의 실험상황과 국민성 등에 따라서 나라마다 다른 MOS가 얻어짐을 알 수 있다. 이것은 각국의 통신 상황에 적절한 음성품질 기준을 설정하기 위해서는 독자적인 MOS 테이터를 확보하고 있어야 된다는 것을 시사하고 있다.

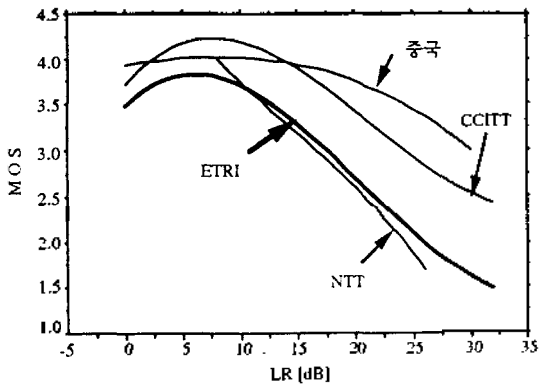


그림9. LR과 MOS의 관계에 대한 국제간 비교  
Fig 9. Comparison between MOS of various countries on LR level.

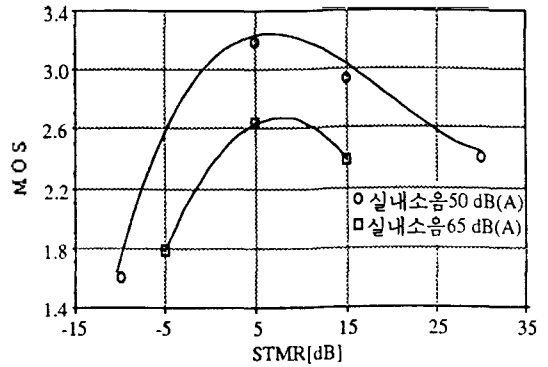


그림 10. STMR과 MOS의 관계  
Fig 10. Relation between STMR and MOS.

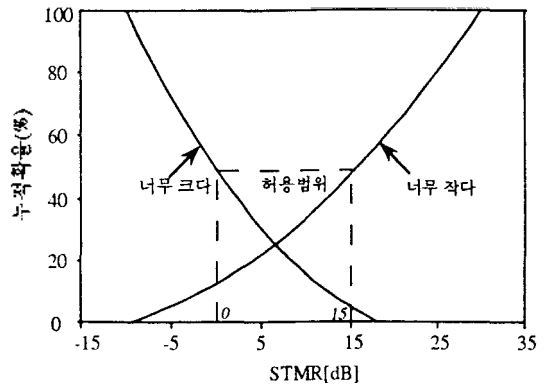


그림 11. STMR과 지각된 측음의 크기의 관계  
Fig 11. Relation between STMR and perceived loudness of sidetone.

Ⅲ. 측음에 관한 오피니언 테스트

1. 측음실험

측음 마스킹 정격(Sidetone Masking Rating : STMR)을 -10dB에서 30dB(-10dB, 5dB, 15dB, 30dB)의 4수준)까지 가변하였고, 실내소음은 50dB(A)(Hoth Spectrum, -5dB/Oct)로 하였다.<sup>[13][14]</sup> 연습을 위한 목적으로 실험의 첫 부분에서 STMR -5dB조건을 의사조건으로 제시하였으며, 이 조건은 결과분석에서 제외시켰다.

피험자에게 STMR의 각 수준에 대해 2개씩의 단문을 자연스러운 자세로 소리내어 읽게 한 뒤 측음에 대한 만족도(오피니언 척도 I)와 수화기도 읽는 측음의 크기(오피니언 척도 II)를 평가하도록 했다. 실험은 20대의 피험자 33명을 대상으로 실시되었다.

그림 10에 오피니언 척도 I을 이용하여 얻어진 STMR과 MOS와의 관계를 나타낸다. STMR 5dB

일 때 MOS가 최대이며, STMR 0~15dB 범위에서 MOS 3이상의 좋은 회선으로 평가된다. STMR이 이 범위보다 커지거나 작아지면 부자연성이나 불편감을 유발하여 MOS는 감소한다.

실내소음을 65dB(A)로 변화시켰을 때의 MOS도 같이 제시하였다. 두 실내소음하의 동일한 STMR조건에서 얻어진 MOS에 대한 t검정(t-test)결과, 실내소음이 65dB일 경우 보다 50dB일 경우에 MOS가 유의미하게(p<.005) 높아서 실내소음은 수화시의 통화품질에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

그림 11은 오피니언 척도 II를 이용하여 얻어진 STMR과 심리적으로 지각된 측음의 크기의 관계를 나타낸 것이다. 50%의 피험자가 '측음이 너무 작다'고 응답한 STMR 수준을 상용전화에서 허용 가능한 STMR의 상한선으로, 50%의 피험자가 '측음이 너무

크다'고 응답한 STMR 수준을 그 하한선으로 볼 때, STMR 0dB 이하이면 너무 커서 불편하다고 지각되며, 15dB 이상이면 너무 작아서 부자연스럽다고 지각된다. 따라서 STMR의 허용범위는 0~15dB이며, 이 수준은 CCITT<sup>(16)</sup>에서 제안하고 있는 0~17dB와도 잘 일치하는 결과이다.

## 2. 고 할

오피니언 평가에 의해서는 STMR 5dB의 경우에 MOS가 가장 높아 가장 좋은 수준으로 평가되었고, 이 최적 수준을 중심으로 측음이 너무 커서 불편감을 유발하는 수준을 STMR의 하한선으로, 너무 작아서 부자연스러움을 느끼게 하는 수준을 그 상한선으로 볼 때 STMR의 허용범위가 STMR 0-15dB로 나타났다.

오피니언 테스트의 결과를 확인하기 위하여 선호도 테스트(Preference Test)를 실시한 결과, 역시 STMR 5dB일 때가 가장 선호되고 있으며, 조정법을 사용, 피험자 스스로 측음 감쇠기를 조절하여 최적 측음수준을 찾게 한 결과 평균은 STMR 5.9dB로, 중앙치는 STMR 5.2dB로 나타났고, 피험자의 68%가 STMR 0~12dB의 범위를 최적수준이라고 판단하였다. 이 결과는 STMR 5dB가 가장 좋은 조건으로, 측음 허용범위가 0-15dB로 나타난 오피니언 평가의 결과와 일관성있는 것이다.

## IV. 평균 오피니언 점수의 통화품질 척도로서의 적용성

오피니언 테스트는 통화품질에 영향을 미칠 수 있는 모든 요인들을 대상으로 하는 것이 가능하며, 피험자에게 특수한 훈련을 요하지 않고, 비교적 단시간에 많은 평가 자료를 얻을 수 있는 장점이 있다<sup>(7)</sup>. 그러나 측정기간, 피험자의 구성, 실험조건의 범위 등의 영향을 받을 수 있으므로 결과치의 신뢰성을 높이기 위해서는 이러한 요인에 대한 세심한 통제가 필요하다. 이런 재현성의 부족은 주관평가법의 대표적 문제점의 하나로, 다른 기간, 다른 상황에서 얻어진 오피니언값들을 비교할 때는 실험의 제조건에 대한 주의 깊은 검토가 필요하다.

이런 문제점에도 불구하고 오피니언 테스트는 현

재의 전화망에 대한 가입자와 만족도의 분포의 실태 조사에 효과적이고, 실제 전화 사용자가 만족할 수 있는 전화망을 설계하려면, 전송품질에 대한 객관적 도치와 함께 사용자의 주관적 판단에 기초한 오피니언값이 반드시 고려되어야 한다.

또한 오피니언 테스트 결과를 MOS와 관련시켜 만족사용자 백분율을 구할 수 있고, 그림 7에서 볼 수 있듯이 MOS와 만족사용자 백분율은 실험기간, 실험조건 등의 요인에 무관하게 일정한 직선적인 관계를 가지므로 MOS와 더불어 만족사용자 백분율을 전송품질 설정의 기준으로 사용하는 방법도 바람직하다.

## V. 결 론

그림 7에서 피험자의 50% 이상이 보통 이상으로 판단할 때의 MOS는 2.7이고, 피험자의 90% 이상이 보통 이상으로, 또는 50% 이상이 좋다 이상으로 판단할 때의 MOS는 3.5이다. 따라서 피험자의 50% 이상이 보통이라고 판단하는 품질, 즉 MOS 2.7에 해당하는 수준을 현재의 아날로그 전화망에서 실현해야 할 한계품질(또는 최저품질; 통화가능한 최저품질)로, MOS 3.5에 해당하는 수준을 디지털 전화망에서 실현해야 할 과적통화품질로 규정할 때, 회화 테스트의 결과(그림 2)와 청취 테스트의 결과(그림 5)간에 약 1dB 정도의 차이는 있으나, LR의 한계품질은 약 20dB이고, 쾌적 통화품질은 13dB가 된다. 따라서 현재의 아날로그 전화망에서는 최저 LR 20dB를 설정하고, 고품질의 디지털 전화망에서는 LR 13dB를 목표로 하면 된다.

측음 오피니언 평가에 의하면 STMR 5dB에서 MOS가 최고이며, 불편감이나 부자연스러움을 유발하지 않는 허용 가능한 측음의 범위는 STMR 0~15dB이다. 선호도 평가의 결과에서는 STMR 5dB가 선호되는 것으로 나타났다. 조정법에 의해 피험자 스스로 최적 측음수준을 구하게 한 결과, 평균 5.9dB, 중앙치 5.2dB로, 약 5dB 정도의 STMR이 최적수준으로 나타났고, 피험자의 68%가 STMR 0-12dB를 적절하다고 판단하였다. 이상의 결과들을 종합해 볼 때 상용전화에서 허용가능한 측음은 STMR 0-15dB 범위이고, 최적 측음은 STMR 5dB이다.

참 고 문 헌

1. CCITT, "Handbook of Telephony," ITU (1988).
2. 강성훈, 김정환, "라우드니스에 의한 통화품질 평가," ETRI TM 90-1230-07(1990).
3. 강성훈 외, "통화특성 평가법 및 표준화에 관한 연구," ETRI 연구보고서 OAT82200031230F(1990).
4. Richards D.L., *Telecommunication by Speech*, Post Office Research Station, London, (1973).
5. A.E.Coleman, "Sidetone and it's Effects on Customer Satisfaction," Br. Telecom. Eng.1,10-13 (1982).
6. 김 정환, 강 성훈, "통신에 있어서 음성품질 주관평가법," ETRI TM, 90-1230-04(1990).
7. 渡邊眞吾, "電話傳送品質のオピニオン 評價についての検討," 實用化報告 第 2號(1972).
8. CCITT Blue Book, *Telephone Transmission Quality*, Vol.V,Rec.P,84.Geneva(1989).
9. CCITT Blue Book, *Telephone Transmission Quality*,

- Vol.V,Rec.P,80.Geneva(1989).
10. 電氣通信システムの基礎, NTT中央電氣通信學園(1990).
11. CCITT Blue Book, *Telephone Transmission Quality*, Vol.V,Rec.P,11.Geneva(1989).
12. CCITT Cont., COMX II-32-E, Study of The Optimum OLR Range and Related Speech Levels, Ministry of Posts and Telecommunications of the People's Republic of China, China. Study Period 1989-1992.
13. 강 성훈 외, "통화품질 평가법 및 표준화 연구," ETRI 연구보고서, 9AP232600212307(1989).
14. 강 성훈, "전화기 주위의 소음이 통화품질에 미치는 영향," ETRI전자통신 동향 분석 제 5권 제 2호, 95-108 (1990).
15. R.Carson, "A Digital Speech Voltmeter," Br. Telecom.Eng., Vol.3,23-30(1984).
16. CCITT Blue Book, *Telephone Transmission Quality*, Vol.V,Suppl, No.11.Geneva(1989).

▲ 권 윤 주



1989년 2월 : 고려대학교 심리학과 졸업(문학사)  
 1991년 2월 : 고려대학교 대학원 심리학과 졸업(문학석사)  
 1990년 12월-현재 : 고려대학교 행동과학연구소 연구원 한국전자통신연구소 신호처리연구실 연구원

연구분야 : 통화품질, 심리음향

▲ 장 대 영



1991년 2월 : 부산수산대학교 전자공학과 졸업(공학사)  
 1991년 1월-현재 : 한국전자통신연구소 신호처리연구실 연구원

연구분야 : 통화품질, 전기음향

▲ 강 경 옥



1985년 2월 : 부산대학교 물리학과 졸업(이학사)  
 1988년 2월 : 부산대학교 대학원 물리학과 졸업(이학석사)  
 1991년 9월 현재 : 한국전자통신연구소 연구원

호처리연구실 연구원  
 연구분야 : 통화품질, 전기음향

▲ 강 성 훈

9권 1호 참조