

송화자 에코가 통화품질에 미치는 영향

권은주* 강성훈
한국전자통신연구소

The Effects of Talker Echo on the Transmission Quality

Yun-Ju, Kwon, Seong-Hoon, Kang
Electronics and Telecommunications Research Institute

제 1 절 개 요

음성 통신에 있어서 전송망의 특정지점에서의 접속이 불완전할 경우에는 송화자의 음성의 일부가 어느 정도 지연되어 송화자에게 다시 돌아오는 경우가 발생하는데, 이것을 송화자 에코라고 하며[1], 에코는 전화통화시 송화에 어려움을 유발하여 통화의 효율성을 감소시키는 열화요인으로 작용한다. 본 연구에서는 통화품질 열화요인으로 송화자 에코를 선정하여 에코가 통화품질에 미치는 영향과 에코와 가입자 만족도간의 관계를 살펴보고자 한다.

제 2 절 송화자 에코 음량정격의 정의

현재 전화연결망의 종류는 ISDN의 구성으로 인하여 기존의 아날로그 전화망에 디지털 전화망 및 아날로그-디지털 연결 전화망이 추가되어 크게 세가지로 나눌 수 있으며, 각 경우에 있어서 발생할 수 있는 에코의 유형이 달라진다.

그림1의 (a)는 기존의 아날로그 전화망을 도식화한 것으로, 4선식 회선과 2선식 회선이 접속되는 수화측 하이브리드에서의 임피던스 부정합으로 인하여 송화자의 음성의 일부가 어느 정도의 시간지연(RTD: Round Trip Delay)을 가지고, 그 음량이 다소 감소되어 다시 송화되는데, 이것을 송화자 에코라고 한다[2]. 에코의 감쇠량은 손실의 개념을 기초로 송화자 에코 음량정격(Talker Echo Loudness Rating: TELR)으로 나타내며, TELR은 에코루프에서 SLR, RLR 및 에코감쇠량(L_e)의 합으로 정의된다. 아날로그망에서는 양수화측의 하이브리드 모두에서 에코가 발생하므로 이때의 에코를 다중 에코(multi-echo)라고 한다. 디지털 전화망(b)에서는 하이브리드가 없으므로 에코가 존재하지 않으며, 아날로그망과 디지털망이 연결되어 있는(c)의 경우는 아날로그망의 한 하이브리드 지점으로부터의 단일 에코(single echo)가 발생한다[3]. 에코에 의한 열화효과는 에코손실의 크기 외에 적응과

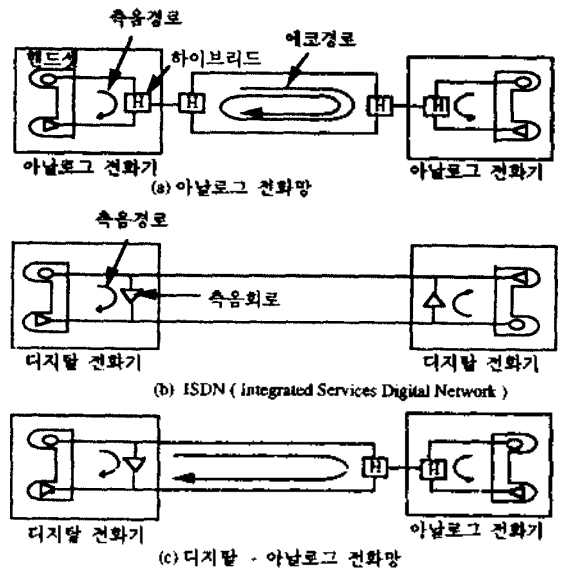


그림 1. 전화 연결망의 종류

RTD에 의해서도 변화한다. 즉, RTD가 매우 짧으면 에코가 적응과 분리되지 않아 적응에 의한 것 이상의 열화효과는 보이지 않는다. 또한 적응이 커도 적응이 에코를 마스크하여 통화품질은 주로 적응의 영향만을 받는다. 에코의 크기가 커질수록, RTD가 증가할수록, 적응이 작을수록 에코에 의한 통화방해 효과는 증가한다[4].

제 3 절 송화 오피니언 평가

3.1 실험조건

표 1. 송화 오피니언 평가에서의 독립변수 및 실험조건

독립변수	실험조건
TELR(dB)	0, 10, 20, 30
RTD(ms)	20, 50, 80, 120
STMR(dB)	5, 15

선정된 독립변수와 그 실험조건은 표1과 같으며, 기타의 실험조건은 다음과 같다. 피험자는 30명의 대학생이었다. 실험회선의 블록다이어그램은 그림 2와 같다.

- 실내소음: 50dB(A)의 Hoth잡음
- 회선잡음: -57dBmp
- 송화음량정격(SLR): 1.1dB
- 수화음량정격(RLR): -7.0dB
- 주파수 전송대역: 300 - 3,400Hz

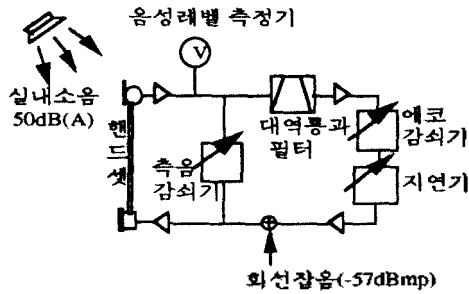


그림 2. 송화자 에코에 관한 오피니언 평가의 블록다이어그램

3.2 실험절차

피험자는 각 실험조건에 대해 10초 정도 길이의 단문장을 자연스럽게 읽고 자신의 음성에 대해 전반적인 만족도와 에코 지각 정도에 대한 두가지 오피니언 척도에 평가하였다. 사용된 두 오피니언 척도는 다음과 같다.

매우나쁘다	나쁘다	보통이다	좋다	매우좋다
-------	-----	------	----	------

오피니언 척도 I: 전반적인 만족도

에코가 느껴지지 않는다	에코가 느껴지지만 불쾌하지는 않다	에코가 너무커서 불쾌하다
--------------	--------------------	---------------

오피니언 척도 II: 에코지각 정도

실험조건에 따른 음성레벨과 문장을 읽는 속도의 변화를 알아보기 위하여 피험자가 문장을 읽는 동안 피험자의 음성레벨 및 문장을 읽는데 소요되는 시간도 측정하였다.

3.3 실험결과

3.3.1 TELR 및 RTD와 MOS의 관계

그림 3은 TELR과 MOS의 관계를 나타낸다. TELR이 증가하면 MOS도 증가하여 TELR이 약 10dB 이상이면 "보통" 이상으로 평가된다. 특히, TELR 0dB 수준과 TELR 10dB 이상의 수준들간에 MOS가 큰 차이를 보이고 있어서 TELR 0dB와 10dB 사이에 에코를 불쾌하게 지각하는 역치 수준이 존재함을 알 수 있다. 그림 7에서도 알 수 있듯이 TELR 5dB이하이면 50% 이상

의 피험자가 에코를 불쾌하게 느끼기 시작한다.

TELR 10dB이상일 경우 TELR이 동일해도 측음이 에코를 마스크하므로 STMR 5dB인 경우에 STMR15dB인 경우보다 MOS가 더 높다. TELR이 10dB이하이면 에코가 측음보다 현저하게 크므로 측음에 의한 에코의 마스크 효과는 나타나지 않는다.

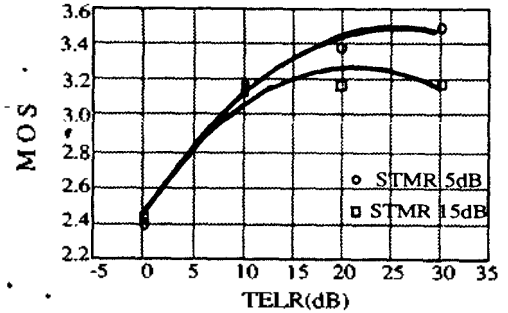


그림 3. TELR과 MOS의 관계

RTD와 MOS의 관계를 그림 4에 나타낸다. STMR과 상관없이 RTD가 증가할수록 에코를 지각할 가능성이 증가하여 MOS는 감소한다. 여기서도 STMR 5dB의 경우가 STMR 15dB의 경우보다 에코의 마스크 효과가 높아 같은 RTD에서도 MOS가 더 높다. 이 때 RTD가 20ms일 때는 두 STMR 수준간에 차이가 없으나, 50ms에서는 차이가 나기 시작하므로 20ms와 50ms사이에서 에코와 측음이 분리되어 지각되기 시작함을 알 수 있다.

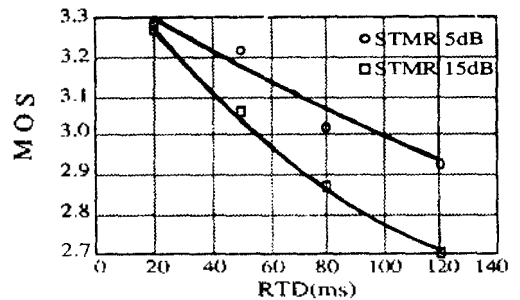


그림 4. RTD와 MOS의 관계

3.3.2 TELR 및 RTD와 음성레벨의 관계

그림 5에 STMR, TELR 및 RTD와 음성레벨의 관계를 나타낸다. 음성레벨에 있어서는 TELR과 RTD에 따른 차이는 유의미하지 않으나, 측음수준에 의한 차이가 특히 두드러진다. STMR 5dB일 때는 RTD에 상관없이 음성레벨이 -9dBV정도로 거의 일정하다. 그러나 STMR 15dB일 때는 RTD가 증가할수록 에코에 의한 송화 방해효과가 증가하여 음성레벨은 약 2dBV 정도 점차 높아지는 경향이 있다. 두 STMR 수준간의 음성레벨의 차이는 에코에 대한 측음의 마스크 효과에 의한 것이다.

TELR 0dB의 경우는 예코가 측음에 비해 훨씬 크므로 두 STMR 수준간의 차이가 지각되지 않아 음성 레벨의 차이가 없는 반면, TELR 10dB 이상일 때는 STMR 5dB의 경우에 측음이 지각되어 무의식적으로 자신의 음성레벨을 평균 2dBV 정도 낮추게 된다.

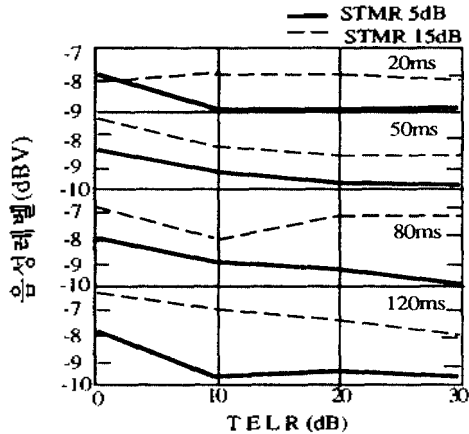


그림 5. TELR과 RTD와 합수로서의 음성레벨

3.3.3 TELR 및 RTD와 입기시간의 관계

그림 6에 STMR, TELR 및 RTD와 입기시간의 관계를 나타낸다. STMR이 증가할수록, TELR이 감소할수록, RTD가 증가할수록 예코가 발성의 리듬을 깨뜨려서 발음의 실수를 유발하게 되므로 동일한 길이의 문장을 읽는데 소요되는 시간이 증가한다. 이 때 TELR의 증가에 따른 입기시간의 감소가 1초 정도에 지나지 않으나, 50ms 이상이 되면 2-3초 정도로 증가하여 측음과 예코의 심리적 지각의 경계가 RTD 20ms 이상, 50ms 이하의 범위에 있음을 확인시켜 준다. STMR 5dB일 때가 STMR 15dB일 때보다 입기시간이 짧은 것은 측음에 의한 예코의 마스킹 효과때문이다.

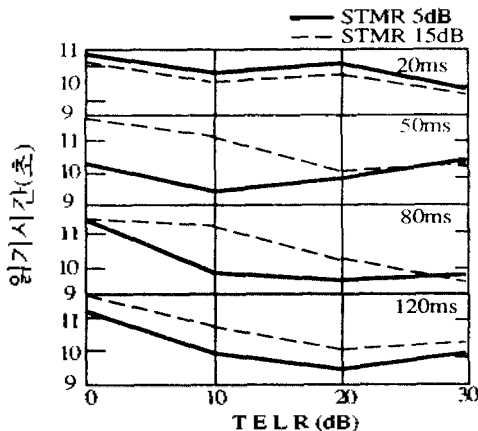


그림 6. TELR과 RTD의 합수로서의 입기시간

3.3.4 TELR 및 RTD와 예코지각 정도의 관계

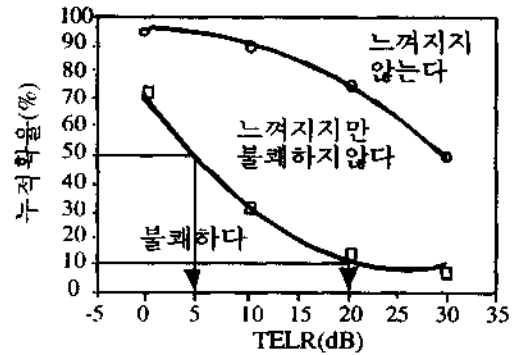


그림 7. TELR과 예코지각 정도의 관계

그림 7은 TELR과 예코지각 정도 척도의 세 평정 범주의 비율을 나타낸 것이다. 50%의 피험자가 불쾌감을 느끼는 수준은 TELR 5dB이므로 예코로 인한 불쾌감을 유발하지 않기 위해서는 TELR은 5dB 이상이어야 한다. 또한 고품질 디지털망에 적용할 수 있도록 불쾌감을 보고하는 피험자를 10%로 줄이기 위해서는 TELR 20dB 이상이어야 한다.

제 4 절 결 론

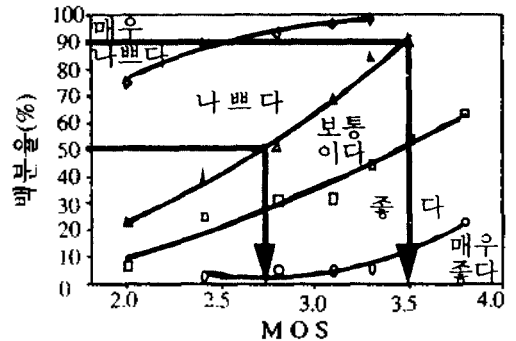


그림 8. MOS와 오피니언 척도의 각 평정비율

MOS와 오피니언 척도의 5가지 평정 범주의 비율을 그림 8에 나타낸다. 50%의 피험자가 "보통" 이상으로 평가하는 수준을 아날로그 전화망에서 실현해야 할 한계품질로, 50% 이상의 피험자가 "중" 이상으로 평가하는 수준을 디지털 전화망에서 실현해야 할 최적 통화품질로 규정할 때 그 수준은 각기 MOS 2.7과 3.5이다. 따라서 STMR 5dB일 때의 TELR과 RTD의 관계를 나타낸 그림 9를 참고할 때 한계품질은 RTD 120ms 이하, TELR 5dB 이상이며, 최적 통화품질은 RTD 50ms 이하, TELR 20dB 이상이다. 즉, 일정 수준의 MOS를 유지하기 위해서는 TELR과 RTD 모두가 적절한 수준을 유지해야 한다.

참고로 다른 외국의 경우 예코의 허용범위가 RTD 24ms 이하, TELR 24dB 이상[4]으로 나타나 본 연구의 결과와 어느 정도 잘 일치된다고 할 수 있다.

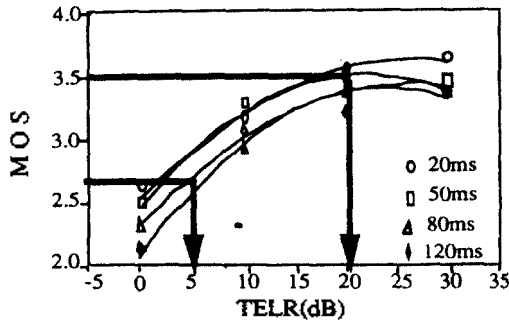


그림 9. TELR과 RTD의 함수로서의 MOS

제 5 절 는 의

과거에 전화회선의 전송손실이 클 때는 에코가 별로 문제가 되지 않았으나, 현대의 기술발달로 전송손실을 크게 감소시킬 수 있게 됨에 따라 에코는 축음 및 지연시간과 더불어 송화에 어려움을 유발하여 통화품질을 저하시키는 열화요인으로 작용하게 되었고 따라서 전화망 설계에 있어서 고려해야 할 중요한 문제로 대두되어 현재는 에코를 제어하기 위한 에코억제기(echo suppressor)가 개발되어 사용되고 있다. 이제 본격적인 위성통신 시대를 맞이하면서 음량손실 및 절대지연 등의 요인들과 에코의 상호작용[5]과 같은 문제도 지상통신에서보다 더 많은 관심을 가지고 연구해나가야 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] CCITT Contribution 21, COM XII-21-E, The Effect of Delayed Sidetone on the Overall Sound Quality of a Telephone Connection, Swedish Telecom, Sweden, Study Period 1989-1992.
- [2] CCITT Contribution 28, COM XII-28-E, Talker Echo On All Digital Connections Including ISDN, Telecom Canada, Canada, Study Period 1989-1992.
- [3] Nomura H., Oikawa H. & Nishino M., Transmission Performance Design for Digital Telephone Sets Which Eliminates Talker Echo Problems in Mixed Digital-Analogue Networks, The Transactions of the IECE of Japan, Vol. E69, No.12, Dec. 1986.
- [4] CCITT Contribution 25, COM XII-25-E, Effect of Talker Echo on the Quality of Telephone Connections, France, Study Period 1989-1992.
- [5] Richards D.L., Telecommunication By Speech, Post Office Research Station, London (1973).