

# 화상회의 Simulator를 이용한 통신 품질의 감성공학적 평가<sup>¶</sup>

나종관\*, 박민용\*, 박희석\*\*

\*한양대학교 산업공학과, \*\*홍익대학교 산업공학과

## ABSTRACT

본 연구는 고객 지향적 통신서비스 품질기준 정립을 위한 기초연구 과제로서 크게 통신 고객의 감성과 약 및 감성실험 부분으로 이루어졌다. 우선, 전형적 감성공학적 접근법에 의해 화상회의 시스템을 사용할 때 느낄 수 있는 206개의 감성어휘가 추출되었으며 이를 어의적 기준과 상대적인 중요도를 기준으로 하여 10개의 주요 감성으로 정리하였다. 사용자의 불만사항 등으로부터 감성실험을 위한 설계변수를 추출하였으며 실험환경 구축을 위한 simulator가 구성되었다. 실험은 음성지연, 음성에코, 화면의 초당 프레임수 그리고 통화주제를 인자로 하는 2<sup>4</sup> 요인배치법에 의해 실시되었으며 16명의 피실험자와 Magnitude Estimation방법을 이용하여 파악된 각 감성이 주관적으로 평가되었다. 분산분석 결과, 음성지연은 모든 주요 감성들에 유의한 영향을 미쳤으며, 화상프레임 수는 거리감과 안정성을 제외한 모든 사용자 감성에 주인자로 작용하였다. 또한 요인분석을 실시한 결과 동적인 요인과 정적인 요인으로 전체 감성을 구분지을 수 있었으며 속도감과 깨끗함이 각각을 대표하는 감성으로 나타났다. 주관적이고 복합적인 통신 사용자의 여러 감성을 단일 품질 평가지수로 나타내어 통신소비자의 시스템 선호도 평가에 사용할 수 있는 방법이 제안되었다.

### 제 1 장 연구의 배경 및 목적

#### 제 1 절 연구의 배경

그동안 우리나라의 통신사업은 전화가입 요청에 대한 충족을 우선과제로 하여 적체해소와 전국 및 국제 전화의 자동 즉시화의 과업을 달성하였으며, 종래 전화망의 양적 확대에서 최근 질

적 충실로의 일대 전환기를 맞이하고 있다. 이러한 추세에 따라 전화망의 역할도 변화하여, 보다 쾌적한 통화의 실현과 새로운 형태의 서비스(예: 비음성, 멀티미디어)의 제공 등 품질과 기능 향상이라는 새로운 요구에 대응해 나가야 할 때이다. 아울러 전화망의 ISDN(Integrated Services Digital Network: 종합 통신망)화, 가입자 요구의 고도화, 국제 표준의 변화, 그리고 통

¶이 연구는 1996년도 한국통신 정보통신 기초연구비의 일부 지원을 받아 수행되었습.

신서비스의 시장개방과 경쟁의 격화 등 통신환경이 급격히 변화되어 가고 있는 실정에서 통신서비스의 품질은 통신 기술의 개발을 선도하는 중요한 기준으로 대두되고 있다. 한편, 최근 ITU (International Telecommunication Union)에서는 고객에게 제공되는 통신서비스 품질을 기존의 사업자 위주의 품질관리에서 이용자 느낌을 반영한 사용자 위주의 품질관리로의 전환을 시도하여 통신망 사업자가 관리할 수 있는 구체적인 방안을 제시하고 있다[4].

## 제 2 절 연구의 목적

화상통신은 기존의 음성통신에 화상정보가 가미된 통신방식이다. 기존의 통신품질을 평가하기 위해 MOS(Mean Opinion Score: 오피니언 평가법)이 주로 사용되었으나[3][7] MOS법은 고객의 복합적인 감성을 평가 하지 못하고 일차적인 지도만을 평가할 수 있으므로[2] 날로 다양해지는 고객의 욕구와 인간의 고차원적 감성을 측정하기에는 부적절하다[1]. 본 연구에서는 통신품질 열화요인들에 대한 고객의 복합적인 주관적 느낌을 분석하는 감성공학적 방법론[6]을 사용하여 통신품질 기준의 확립에 기초가 되는 데이터를 제공하고자 한다. 즉, 본 연구의 목적은 종합적인 통신 서비스로서의 화상통신 시스템에 감성공학 기법을 적용하여 그 품질을 합리적이고 체계적으로 평가하여 통신 품질 열화요인과 고객의 주관적 느낌과의 관계를 정량화 함으로써 통신품질의 설계 목표치를 체계적으로 설정하는데 기여함에 있다.

## 제 2 장 연구방법

본 연구는 음성과 영상, 두가지 아날로그 입력 데이터를 각각 마이크와 카메라로 받아들여 소위 CODEC (COder-DECoder)을 사용하여 디지털

정보로 바꾸어 광역 네트워크 (Wide Area Network:WAN)를 통하여 상대방에게 전송하고, 수신처에서는 이를 다시 CODEC을 사용하여 사용자가 보고 들을 수 있는 상태로 변환하여 주는 화상회의 시스템 simulator를 구축하여 아래 실험절차에 의해 평가하였으며 크게 준비단계와 감성실험 단계 등 2단계로 대별된다.

### 제 1 절 준비 단계

본 단계에서는 화상 회의 시스템을 사용함에 있어서 사용자가 경험하는 품질열화요인과 이에 반응하거나, 또는 요구되는 감성을 파악한다. 본 단계에서 추출된 품질열화요인은 제2단계, 즉, 감성실험 단계에서 독립변수로, 그리고 파악된 주요 사용자 감성은 감성 실험단계의 종속변수로 사용된다.

#### (1) 품질 열화 요인의 파악

화상회의 시스템을 사용한 경험이 있는 9명의 전문인을 대상으로 사용시 발생하는 불만사항들을 설문지 및 인터뷰를 통해 수집하였다. 수집된 사용자 중심의 통신품질 열화요인과 각종 기술자료, 그리고 시스템 설계 및 운영 전문가들의 의견을 토대로 [표1]과 같은 설계변수, 즉 실험의 독립변수 및 수준이 결정되었다. 통화의 내용이나 특성에 따라 인간의 느낌이 영향을 받을 수 있다고 예상되므로 통화의 주제도 설계변수의 하나로 선택하였다.

| 독립변수   | 수준                                     |
|--------|--|
| 음성지연   | 0초, 2초                                 |
| 음성예코   | 0, 0.2 (원음에대한 예코의 비율), 지연시간은 500ms로 고정 |
| 화상프레임수 | 30, 10 (frame/sec)                     |
| 통화주제   | 오락, 의사결정                               |

[표1] 독립변수 및 수준

(2) 주요 사용자 감성파악

화상 회의 시스템을 사용한 경험이 있는 집단과 일반인을 대상으로 자유연상법 등을 이용하여 시스템을 사용했을 때 느끼는 감성 어휘를 설문, 인터뷰 등을 통해 조사하여 수집하였다. 또한 관련 연구결과로부터 추출된 감성 항목들도 참조되었다. 1차로 파악된 다수의 어휘를 사전 등을 참고로 하여 유사하거나 정반대의 의미를 가지고 있는 어휘들을 제거한 다음, 연구에 사용될 화상회의 시스템과 유사한 시스템을 사용한 경험이 있는 전문가 집단을 대상으로 1차적으로 얻어진 감성 어휘를 평가하게 하였다. 즉, 주어진 감성어휘들간의 상대적 중요도를 평가하게 하였다. 결과적으로 도출된 어휘들을 대상으로 중요도가 낮은 의미와 중복된 의미를 가지는 어휘, 그리고 반대의 의미를 가지는 어휘를 제거하는 정리단계를 거쳐, 최종적으로 실험에 사용될 감성어휘들을 선정하였다. 즉, 1차로 207개의 형용사가 수집되었으며 이들중 화상통신의 품질과 관련이 전혀 없는 단어들을 제외시키고, 총합적인 감성을 표현하는 단어들은 “만족스럽다-불만스럽다”라는 형용사로 함축하는 등의 절차를 통해 10개의 형용사[표2]로 정리, 추출되었으며 이 10개의 감성이 실험의 종속변수로 사용되었다.

|                 |
|-----------------|
| 빠르다 - 느리다       |
| 생동감있다 - 생동감이 없다 |
| 부드럽다 - 거칠다      |
| 시원스럽다 - 답답하다    |
| 깨끗하다 - 지저분하다    |
| 가깝다 - 멀다        |
| 안정되다 - 불안정하다    |
| 풍부하다 - 빈약하다     |
| 자연스럽다 - 부자연스럽다  |
| 만족스럽다 - 불만스럽다   |

[표2] 최종 선택된 감성어휘

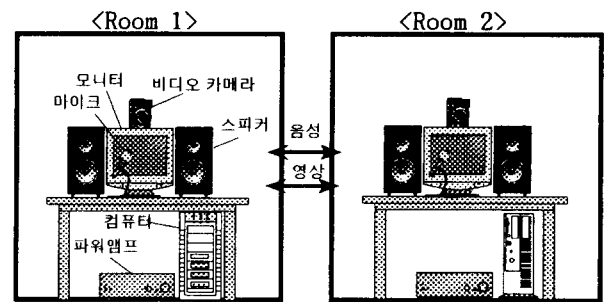
제 2 절 감성 실험

1. 피실험자

피실험자로는 19~24세의 남·녀 대학생 16명이 참여하였으며 모든 피실험자에 대해서 Audiometer (Belton 15014)를 이용하여 청력검사를 한 후 정상청력을 가진자로 제한 하였다. 참여한 피실험자에게 일정액의 실험참가비가 지급되었다.

2. 연구장비

감성 실험 단계에서는 아래와 같은 simulator [그림1]를 구축하여 모의 실험에 사용하였다.



[그림1] simulator의 구성

두 개의 방음시설된 실험실은 외부소음을 약 10~15dB까지 차단할 수 있으며, 신호처리 및 설계변수 조절은 각각 동일한 성능의 PC를 사용하였고, 영상신호의 전달은 삼성사의 8mm video camera를 이용하였다. 동일한 성능의 파워 앰프를 사용하여 보조적인 음량조절이 가능하게 하였으며, 설계변수인 화상프레임수와 나머지 음성관련 변수의 조절은 각각 C++를 이용하여 만든 독립적 프로그램을 이용하였다.

3. 실험계획

실험은 음성지연, 음성에코, 화상프레임수, 그리고 통화주제 등 4개의 독립변수와 10개의 감성이

회를 종속변수로 하는 2<sup>4</sup> 요인 배치법에 의해 실시되었으며, 모든 동일 피실험자에게 모든 조건을 제시하는 Within-Subject Design을 사용하였다. 예비실험 결과, 인자들간의 교호작용은 무시할 만한 수준이라 판단되어 3차 이상 고차의 교호작용은 분석에서 제외시켰다. 실험은 2일에 나누어 실시하였으며, 자극의 제시순서와 피실험자의 순서는 random하게 배치하였다.

각 실험조건에 대한 실험의 절차는 다음과 같다.

① 피실험자에게 문서와 설명으로 실험의 의의 및 각 평가지의 작성 요령 등을 상세히 설명한 후 1명씩 각방에 입실시켰다.

② 모의 실험을 시작하기 전에 기준 자극으로서 품질열화 현상이 전혀 발생하지 않은 상태를 약 2~3분 정도 사용하게 한 후 그 상태가 평가 대상 감성의 기준치, 즉 100점임을 알려 준다.

③ 2명의 피실험자가 주어진 상황 아래서 통화를 한다. 5분간 통화를 한 후 피실험자에게 평가지를 작성하도록 한다.

④ simulator를 이용한 모든 조합의 실험조건을 마친 후에 피실험자들을 대상으로 각 감성 어휘가 얼마나 화상 회의 시스템을 설명할 수 있는지를 설문지를 통해 구한다. 즉, "답답하다-시원하다"라는 감성 어휘가 10점일 때 다른 어휘들의 상대적인 가중치를 파악한다.

⑤ 실험에 대한 debriefing을 실시한다.

### 제 3 장 결과

#### 제 1 절 품질 열화 요인과 감성과의 관계

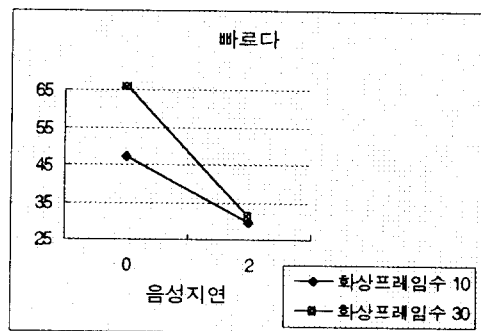
4가지 독립변수와 9개의 종속변수 (최종적으로 추출된 10개의 감성어휘 중 "만족스럽다"는 종합적인 감성을 나타내는 어휘이므로 이 분석에서는 제외하였다)간의 관계를 SAS[5]를 이용한 분산분석을 통해 파악하였다.

분산분석의 결과[표3], 음성지연과 화상프레임수가 사용자의 감성에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 음성 에코와 통화주제는 사용자의 감성에는 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 또한, "빠르다"(속도감)의 감성은 음성지연과 화상프레임수 간의 교호작용[그림2]에 의해, "깨끗하다"(깨끗함)의 감성은 화상프레임수와 음성에코 간의 교호작용[그림3]으로, 그리고 음성지연과 통화주제간의 교호작용[그림4]으로 나타났다.

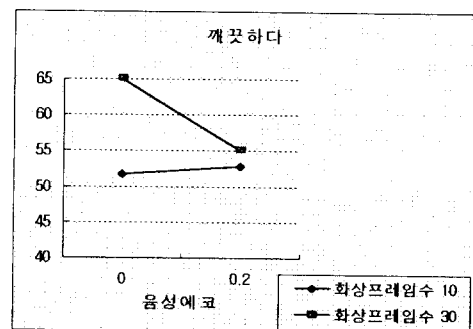
|       | 음성지연     | 에코     | 화상프레임수   | 통화주제   |
|-------|----------|--------|----------|--------|
| 빠르다   | 0.0001** | 0.3997 | 0.0048** | 0.7086 |
| 생동감있다 | 0.0001** | 0.2694 | 0.0334*  | 0.8110 |
| 부드럽다  | 0.0033** | 0.9579 | 0.0052** | 0.5441 |
| 시원스럽다 | 0.0001** | 0.7130 | 0.0294*  | 0.5508 |
| 깨끗하다  | 0.0097** | 0.1348 | 0.0125*  | 0.8671 |
| 가깝다   | 0.0001** | 0.2493 | 0.0545   | 0.5037 |
| 안정되다  | 0.0002** | 0.6512 | 0.0508   | 0.6493 |
| 풍부하다  | 0.0002** | 0.6594 | 0.0053** | 0.1589 |
| 깨끗하다  | 0.0001** | 0.5529 | 0.0079** | 0.5136 |

(\*:  $\alpha=0.05$ , \*\*:  $\alpha=0.01$  수준에서 각각 유의함)

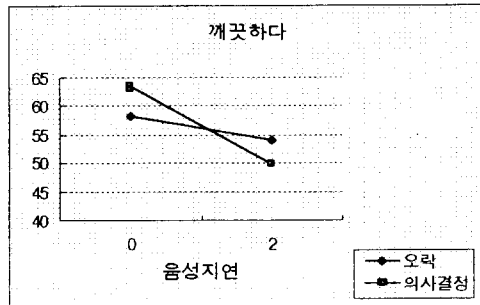
[표3] 분산분석 결과 (p-value)



[그림2] 음성지연과 화상프레임 교호작용



[그림3] 음성에코와 화상프레임 교호작용



[그림4] 음성지연과 통화주제 교호작용

제 2 절 각 감성간의 상관관계

9개의 주요 소비자 감성간의 관계를 추출하기 위하여 인자분석 (Factor Analysis)을 실시하였다. 우선 감성들을 소수의 동질적인 그룹으로 분류하기 위해 평균 eigenvalue가 최초로 1값 이상이 되는 점을 기준으로 분석한 결과 동적 (dynamic), 정적 (static)인 감성 등의 2개의 큰 그룹으로 대별되었다. 그리고 [표4]에서와 같이 각 그룹이 화상회의 시스템과 관련되는 감성을 거의 동일한 비중으로 설명하는 것으로 나타났으며 각 그룹에 포함되는 어휘와 그룹내에서 차지하는 비중은 아래 [표4]와 같다. 여기서, 동적 감성과 정적 감성 그룹에 대해 속도감과 깨끗함이 각각 대표되는 감성임을 알 수 있다.

|       | 동적인 감성       | 정적인 감성      |
|-------|--------------|-------------|
| 감성 어휘 | 빠르다 (26.6%)  | 깨끗하다(31.0%) |
|       | 시원스럽다 (23.9) | 부드럽다(26.9)  |
|       | 생동감있다 (22.1) | 풍부하다(25.2)  |
|       | 자연스럽다 (19.6) | 안정되다(16.9)  |
|       | 가깝다 (7.9)    |             |
|       |              |             |

[표4] 감성 어휘 그룹

제 3 절 통합 감성 지수화

서로 다른 시스템을 비교, 평가하기 위해서는 다차원척도, 즉 여러개의 감성어휘에 의해 평가된 사용자의 반응이 하나의 척도로 표현되어야 바람직하다.[8]

먼저, 사용자의 전반적인 만족도를 표현한다고 볼 수 있는 “만족스럽다”라는 감성과 다른 감성과의 상관계수를 구하여 이 중 상관계수가 높은 (0.7이상)감성들만을 뽑아 내었다. 이렇게 추출된 감성어휘에는 “빠르다”, “생동감있다”, “시원스럽다”, “자연스럽다” 등이 있으며 그들의 상관계수가 모두 양의 방향이고 통계적으로 유의하였으므로 [표6] 이러한 감성이 증가할 수록 사용자의 만족도는 증가한다고 볼 수 있다.

|        |        |        |        |        |
|--------|--------|--------|--------|--------|
| 빠르다    | 생동감 있다 | 가깝다    | 시원스럽다  | 안정되다   |
| 0.7698 | 0.7333 | 0.6130 | 0.8257 | 0.5778 |
| 깨끗하다   | 부드럽다   | 풍부하다   | 자연스럽다  |        |
| 0.5191 | 0.5688 | 0.5891 | 0.8515 |        |

[표6] 만족스럽다와의 상관계수

주관적이고 복합적인 통신 소비자의 감성을 단일 품질 감성지수로 표현하기 위해 아래와 같은 식을 이용하여 표현하고자 하였다.

$$TSI = \sum_{i=1}^n W_i \times S_i$$

TSI : 통합감성지수

W<sub>i</sub> : i 번째 감성의 상대적인 정규가중치

S<sub>i</sub> : i 번째 감성의 점수

예를 들어, 어떤 시스템의 빠르기가 67점, 생동감이 43점, 자연스러움이 50점 그리고 시원스러운 정도가 81점 이라면 이 시스템의 전반적인 만족도는

$$(0.2623 \times 67) + (0.1576 \times 43) + (0.1378 \times 50) + (0.0868 \times 81) = 38.2717$$

이라고 할 수 있다.

본 연구의 실험에서 얻어진 통합감성지수는 1.477~92.804까지의 수치로 표현되었으며 이 수치가 높게 평가될수록 사용자는 그 시스템에 만족하고 있음을 나타낸다. 아래 [표7]에는 각 수준별 통합 감성 지수의 평균값이 나타나 있다.

| 음성 지연 | 화상 프레임수 | 음성 에코 | 통화 주제 | 통합감성지수 (평균치) |
|-------|---------|-------|-------|--------------|
| 0     | 10      | 0     | (1)   | 27.69875     |
| 0     | 10      | 0     | (2)   | 32.63275     |
| 0     | 10      | 0.2   | (1)   | 28.66452     |
| 0     | 10      | 0.2   | (2)   | 33.58500     |
| :     | :       | :     | :     | :            |
| 2     | 30      | 0.2   | (1)   | 23.48400     |
| 2     | 30      | 0.2   | (2)   | 22.58312     |

((1): 의사결정, (2): 오락)

[표7] 인자의 각 수준별 통합 감성 지수

위의 데이터로 부터 품질 열화요인이 발생하지 않고 통화의 주제가 '오락'인 경우 평균적인 만족도가 가장 높게 나타났으며, 모든 열화요인이 발생되면 주제에는 별 차이 없이 만족도가 낮게 나타남을 알 수 있다.

각 설계변수들이 사용자 통합감성에 미치는 영향을 알아보기 위해 분산분석을 실시한 결과는 다음의 [표8]과 같으며 역시 음성지연과 화상프레임수가 사용자의 통합감성에 유의한 영향을 주었다.

| Source | p-value  |
|--------|----------|
| 음성 에코  | 0.3467   |
| 음성지연   | 0.0001** |
| 화상프레임수 | 0.0072** |
| 통화주제   | 0.9769   |

[표8] 통합감성지수에 의한 분산분석결과

(\*:  $\alpha=0.05$ , \*\*:  $\alpha=0.01$ 수준에서 각각 유의함)

#### 제 4 장 결론 및 토의

본 연구는 화상 회의 시스템을 사용함에 있어서 사용자가 경험하는 품질 열화 요인과 이에 반응하거나, 또는 요구되는 감성을 체계적 절차를 통해 9개의 주요 감성으로 파악하여 감성 실험단계의 종속변수로 사용하였으며, 추출된 품질 열화요인을 근거로 감성 실험 단계에서 각각 2수준을 가진 독립변수로서 에코, 음성지연, 화상프레

임수, 그리고 통화주제를 이용하였다.

이상의 4가지 독립변수와 9개의 종속변수간의 관계를 분산분석(Analysis of Variance)한 결과, 에코와 통화주제는 사용자의 감성에 통계적으로 유의한 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 이는 통화주제보다는 통신 system 자체의 성능이 더 중요하다는 의미로 system 설계시 적절한 설계변수를 택해야 한다는 당위성을 암시한다고 할 수 있다. 에코의 경우는 개인차가 컸으며, 외국의 경우 화상통신의 열화요인으로 거론되었으나 이번 실험에서 상반된 결과를 보이고 있는 것은 에코를 다소 선호하는 문화적 차이에서 오는 결과로 볼 수도 있겠다.

또한 동적 요소인 속도감 (빠르다-느리다)의 감성이 음성지연과 화상 프레임수간의 교호작용에 의해 나타난 것은 음성 지연 요소와 초당 화상 전송 능력의 일종의 보상(compensation)관계를 암시하므로 system설계시 고려 사항이 될 수 있으며, 그리고 주요 정적 요소인 깨끗함의 감성은 화상 프레임 수와 음성 에코간, 음성지연과 통화주제간의 교호작용으로 나타나므로 다른 요인과 복합적으로 작용했음을 알 수 있겠다.

한편, 9개의 주요 감성간의 관계를 추출하기 위하여 인자분석(Factor Analysis)을 실시한 결과, 동적 그룹과 정적 그룹 등의 2개의 주요 그룹으로 대별되었음을 알 수 있었으며 각 그룹이 화상 회의 시스템과 관련되는 감성을 거의 동일한 비중으로 설명할 수 있음을 알 수 있었다.

또한, 다차원 척도, 즉 여러개의 감성어휘에 의해 평가된 사용자의 반응을 하나의 척도로 표현하기 위해 사용자의 전반적인 만족도를 표현한다고 볼 수 있는 통합감성지수의 개념을 제시하였다. 이 지수값을 단일 종속변수로 하여 분산분석한 결과, 음성지연과 화상프레임수가 소비자의 통합 만족도에 주 영향을 미치는 것으로 나타났으므로 소비자의 선호도 위주의 시스템의 직접 평가 또는 비교시 시스템의 주요인자임을 알 수

있었다.

## 제 5 장 추후 연구과제

본 연구를 통하여 화상통신 시스템의 음성부분 주요 설계변수인 음성지연, 에코 그리고 화상부분의 대표적인 설계변수인 화상프레임수 등이 사용자의 주관적 감성에 미치는 영향을 기초연구(pilot study)수준에서 고찰해 보았다. 하지만, 연구에 사용된 수준수가 두 수준에 국한되어 다양한 설계변수 수준 변화에 따른 소비자 감성을 효과적으로 예측하기에는 한계가 있었다. 추후 과제로서 음성 및 화상의 의미있는 설계변수를 더 추가하여 가능하면 여러수준으로 실험을 실시하여 사용자 감성을 파악하며 이에 따른 감도분석(Sensitivity Analysis)이 요구된다. 이러한 다양한 설계변수의 검증은 통하여 화상 또는 음성 설계요소의 상대적 비중을 시스템 설계에 반영할 수 있는 자료가 될 것이다. 이 밖에도 배경소음의 효과, 화면의 구성, 화상회의 지원기능 등의 영향도 추후 검증이 필요할 것이다. 아울러 추후연구에는 전문 사용자를 포함한 다양한 사용자 집단을 실험대상으로 한다면 더 실용적 결과를 얻으리라 기대된다.

## 참고문헌

- [1] 국정훈, 박희석, 박민용, 윤재욱, 화상회의 시스템의 음성 품질에 대한 인간공학적 평가방법, *대한산업공학회 추계학술대회 논문집*, 1996
- [2] 한국전자통신연구소, 라우드니스에 의한 통화 품질 평가, *한국전자통신연구소*, 1990.
- [3] 한국전자통신 연구소, 음성통신계의 전송기준 연구, *한국전자통신연구소*, 1991.

[4] Carvalho C.A., Preira J.P., Definition of Service Quality Indicators Through a TQM Approach, *ITU QSDG Meeting '96*

[5] SAS/STAT User's Guide, Cary, N.C., Version 6, Fourth edition, Volume1, *SAS Institute Inc.*, 1989

[6] Nagamachi, Kansei Engineering : A New Ergonomics Consumer-Oriented Technology for Product Development, *International Journal of Ergonomic*, 15, 3-11, 1995

[7] Nobuhiko Kitawaki, Kenzo Takahashi, Trends in Speech Quality Research in Telecommunication, *NTT Telecommunication Networks Laboratories*, 1989

[8] Osgood C.E., Suci G.J., Tannenbaum P.H. , The Measurement of Meaning, *University of Illinois Press, Urbana*, 1967