

멀티미디어 통신시스템을 대상으로한 사용자 만족 전략의 감성공학적 수립⁺

A Human Sensibility Ergonomic Establishment of Customer-Satisfying Strategy for a Multimedia Telecommunication System

박 민 용* · 박 회 석**

ABSTRACT

The primary objective of this research was to establish and quantify the relationship between the physical degradation factors of multimedia telecommunications (teleconferencing) system and subjective human perception. The research was performed in two stages. A field survey of the real users and pilot experiments were carried out in the first stage to determine customers' major complaints and corresponding system degradation factors. A prototype teleconferencing simulator was developed in two separate sound-treated chambers equipped with audio/video equipment running under a custom-developed software program. In the second stage, simulation experiments using the semantic differential methodology were performed utilizing 26 paid participants (14 college students and 12 housewives). The results indicated that audio/video synchronization and the frame rate were the main system factors for both subject groups, but different pattern of factors' influence was found according to the group, implying that the system configuration would hopefully accommodate the characteristics of the end users. Also, a single quality index, developed for system preference, was revealed to be highly correlated with user satisfaction. The results provide some fundamental data on the human subjective perception of multimedia telecommunications quality, and further can help establish the quality standards to enhance service level.

+ 본 연구는 '96~'97 한국통신 연구개발원의 정보통신 기초연구비의 지원을 받아 수행되었음

* 한양대학교 산업공학과 교수

** 홍익대학교 컴퓨터·산업공학부 교수

1. 서 론

본 연구에서는 첨단 멀티미디어 통신수단의 하나인 화상회의(teleconferencing)시스템에 대하여, 시스템의 특성을 결정짓는 인자와 이에 대응하는 사용자의 주관적인 감성을 추출하고, 그들간의 관계를 정량화하였다.

1.1 통신수단과 품질요건의 변화

최근 통신망의 확대와 컴퓨터의 범국민적인 보급으로 인하여 과거와는 달리 다양한 형태의 통신수단이 가능하게 되었다. 즉, 전화나 팩스 등 단순 기능성(functionality)위주의 통신형태뿐만 아니라 오락, 문화, 레저 등의 분야에까지 통신서비스가 제공되는 시점에 이르렀다. 이와 함께 통신서비스에 대한 사용자의 요구사항도 변화하여, 종래의 통신서비스에 대하여는 정보전달의 목적을 잘 수행하는가, 즉 기능성의 충족이 주요한 품질요건이었으나, 점차 통신서비스의 사용성(usability), 다양성, 그리고 사용자의 복합적인 감성 욕구의 충족정도 등이 더욱 중요한 품질 요구사항이 되고 있다. 즉, 생산성, 신뢰성 및 기능성 등을 추구해 오던 방식으로부터 쾌적성, 편리성, 다양성 등이 담긴 제품 및 서비스를 추구하는 방식으로, 그리고 물질적 충족으로부터 마음의 풍요로움으로 변화하는 정신적 변천 과정으로 품질평가의 이행이 이루어지고 있다.

여러 첨단 통신서비스 중, 주목할만한 형태는 음성과 화상이 통합되어 있는 멀티미디어 통신이라 하겠다. 특히 원격지에 위치하고 있는 사람들이 음성과 화상을 동시에 이용하여 통신을 하는, 소위 화상회의시스템에 대한 관심과 요구가 급속히 제기되고 있다. 이러한 화상회의시스템은 인터넷의 활용과 더불어 더욱 빠르게 확산될 전망이다.

화상회의시스템은 멀리 떨어져 있는 사용자들이

직접 만나지 않아도 된다는 점에서 여행경비 및 시간의 절감 등 생산성에 그 1차적인 기능과 의의가 있다. 하지만 시스템이 작동되어 그 1차적인 기능이 일단 충족되면, 사용자는 2차적인 요구사항(예: 상대방이 마치 곁에 있는 듯한 느낌; 입체적인 음성이나 생동감 있는 화상 등)을 가지게 된다. 여기서 특기할 것은 1차적인 기능보다는 2차적인 요구사항의 충족이 시스템의 우열을 가름한다는 것이다. 즉, 화상회의시스템을 비롯한 멀티미디어 통신형태는 특히 이러한 감성적인 측면의 영향을 많이 받는 고부가가치적 통신서비스라 하겠다.

1.2 전통적인 통신품질 평가방법

음성통신(전화)에 있어서는 International Telecommunication Union(ITU)와 같은 국제적인 기관이 Mean Opinion Score(MOS)방법을 표준적인 품질평가법으로 사용할 것을 권장해 왔다(한국전자통신연구소, 1990). 이는 전화망을 사용자들이 직접 체험한 후, 그 전반적인 품질을 "아주 좋다"와 "아주 나쁘다"의 단순한 하나의 축상에서 5점 척도로 평가하게 하는 방법으로서, 회화평가(양방향 통화)와 청취평가(일방향 통화)로 대별된다. 회화평가는 어떤 특성을 가진 전화망을 구성하고 한 쌍의 피실험자들이 통화에 익숙해질 때까지 충분히 연습을 시킨 후에 통화품질을 평가하도록 한다. 회화실험은 실험실이나 현장에서 수행되며, 일반적으로 지연시간(delay time), 반향(echo) 등의 손실효과(loss effect)를 평가하는데 이용된다. 청취평가에서는 음성샘플을 미리 녹음하여 특정 음압수준으로 설정된 시험회선에서 재생하며, 청취자는 음성샘플을 듣고 전체적인 통화품질에 대하여 평가를 한다. 그러나 청취시험은 손실효과를 평가하는데 사용할 수 없다.

MOS방법의 장점은 다음과 같다: 1) 통화품질이 점수로 표현되므로 시스템간의 품질비교가 용이하

고, 2) 피실험자에게 특별한 훈련을 시키지 않아도 된다. 그리고 3) 한 조건을 평가하는데 시간적, 경제적인 부담이 적으므로 비교적 단시간에 많은 자료를 얻을 수 있다는 것이다. 이 MOS방법은 전화망의 품질평가뿐만 아니라 팩스전송의 품질평가에도 적용되고 있다(한국전자통신연구소, 1993). 이때에는 표준적인 시험지를 팩스를 통하여 받아본 피실험자가 그 전반적인 품질을 5점 척도상에 평가한다.

1.3 다차원적 평가법의 필요성

MOS방법은 전술한 장점에도 불구하고, 사용자의 다양하고 복합적인 감성적 측면을 무시하고 단지 만족감이라는 단일의 평가항목만을 채택하고 있다. 따라서 시스템간의 상대평가에는 적절하지만, 시스템이 지향해야 하는 개발방향은 제시하지 못하는 단점을 가지고 있다. 즉, 종래 통신망의 손실정도를 평가하기에는 알맞는 방법이었으나 통신기술이 극도로 발전해있는 현재와 미래에서는 통신망의 손실효과는 거의 무시할 정도이며, 반면에 보다 고차원적인 측면의 사용자 감성이 반영되어야 하는 것이다. 이에, 전반적인 만족감이라는 단일의 반응변수를 분해하여 만족감을 구성하고 있는 세분화된 감성을 추출하고, 시스템의 물리적인 요인이 세부감성에 미치는 영향에 대한 평가가 필요한 시점이다.

이에 본 연구에서는 Osgood등 (Osgood, et al. 1967)에 의해 소개된 의미미분법(semantic differential : SD)을 사용하여 시스템의 전반적인 만족감을 세부 요소감성으로 분해하고, 이들과 화상회의 시스템의 특성과의 관계를 도출하였다. 화상회의 시스템에 대한 소수의 인간공학적 평가(예, Olson et al., 1995)들은 시스템 구성요소 및 사용환경에 대한 사용자의 전반적인 만족도와 작업성능을 평가하였으며, 그들이 적용한 방법론은 기존의 방법론

과 큰 차이점이 없이 1차원적인 척도를 사용하였다. 이에 반하여 본 연구는 다차원적인 기법을 사용하여 복합적인 감성을 세부적으로 고려하는 차별점이 있으며, 나아가 본 연구의 결과는 시스템의 개발자들이 특정 감성을 충족시키기 위하여 구성해야 하는 시스템의 사양에 대한 구체적인 정보를 제공하는 점에서 실제 응용상의 의의가 크다고 하겠다.

2. 연구 방법

본 연구는 2단계에 걸쳐 진행되었다. 제1단계는 기초조사 단계로서, 화상회의시스템 전반에 대한

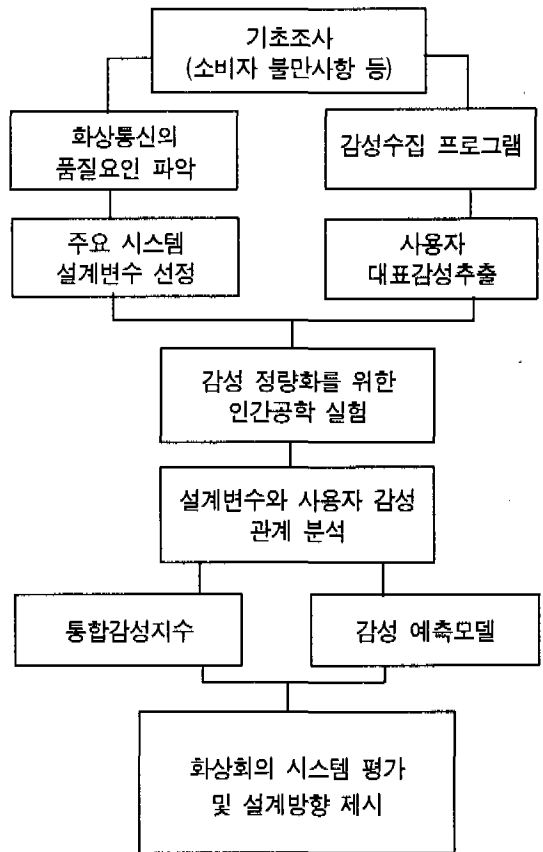


그림 1. 연구진행 흐름도

기술적인 조사, 실제 사용자 및 개발자들에 대한 현장조사 및 예비실험 등을 거쳐 사용자 불만사항 및 주요 품질요인(설명변수)과 그들의 범위 및 요소감성(반응변수)을 추출하였다. 이를 토대로 화상회의시스템의 다양한 조건을 창출해낼 수 있는 시뮬레이터를 구축하였다. 제2단계는 실험 및 분석단계로서, 설명변수와 반응변수들 간의 관계를 시뮬레이터를 사용하여 실험하였고, 그 결과를 다변량 통계분석(multivariate statistical analysis)을 통하여 정량화하였다. 본 연구의 진행은 그림 1.에 나타나 있다.

2.1 품질요인 선정

화상회의시스템에 대한 각종 기술자료와 시스템을 실제로 사용하거나 운영한 경험이 있는 집단을 대상으로한 설문과 인터뷰 등을 통하여, 시스템 사용 시 발생하는 불만사항과 품질요인을 파악하였다. 실제 사용자로는 국내 D그룹이 미국 M대학교 함께 시행하고 있는 원격 경영강의의 수강생 중, 9명이 설문에 참여하였다. 운영자로는 한국통신 내에서 화상회의시스템을 운영하는 운영자 4명과, 국내에서 화상회의시스템을 개발, 보급하고 있는 2개 회사의 담당 4명이 인터뷰에 참여하였다.

수집된 주요 불만사항은 시스템이 불안정하여 연속적인 정보전달이 못된다; 화상의 동작이 자연스럽거나 연속적이지 못하다; 화상과 음성이 일치하지 못한다; 화상이 작고 화질이 안 좋아서 집중력과 이해도가 저하된다; 음질이 나쁘다 등으로 요약되었다. 이를 토대로, 시스템 전문가 집단과의 협의를 거쳐서 1) 화상에 대한 음성의 지연(delay), 2) 초당 화상의 수(frame rate), 3) 화상의 크기(display size)가 주요 품질요인으로 선정되었다. 이들은 추후 실험에서 설명(독립)변수로 작용하였다.

2.2 대표감성 추출

본 단계에서는 화상회의시스템을 사용함에 있어서 품질요인에 반응하여 느껴지는 감성 및 사용자로부터 요구되는 감성을 파악하여 데이터베이스화 하였다. 본 과정은 다음 그림 2.와 같이 진행되었다.

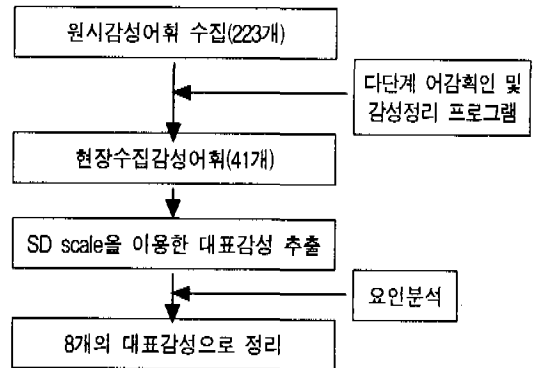


그림 2. 감성추출 방법

우선, 국어사전과 실제 사용자에 대한 설문, 운영전문가의 조언, 그리고 화상회의시스템 판매홍보용 팜플렛 등으로부터 화상회의시스템과 직,간접적으로 관련된다고 판단되는 모든 감성어휘를 '빠르다-느리다'의 쌍의 형태로 정리하였으며, 그 결과 총 223개의 원시 감성어휘가 수집되었다. 수집된 원시어휘에 대하여 시스템의 설명변수들과 직접적인 관련이 있는 감성을 추출하기 위해 24명의 남녀대학생을 대상으로 제1차 대표어휘를 추출하였다. 이 때에는 Visual C++로 프로그래밍된 다단계 어감확인 및 감성수집 프로그램(나종관, 1997)을 이용하였다. 그 결과, 41개의 제1차 어휘가 추출되었다.

다음으로는, 추출된 41개의 제1차 어휘를 서로 독립적인 구조를 갖는 소수의 대표감성으로 축약시키기 위하여 별도의 예비실험과 그 결과에 대한 요인분석을 실시하였다(Ishihara et al., 1994). 즉,

이전 단계에서 파악된 품질요인 중, 화상에 대한 음성의 지연과 초당 화상의 수를, 이에 추가하여 음성대역 (bandwidth)을 설명변수로 취하고, 41개의 어휘를 반응변수로 하여 5점 척도상에서 평가하였다. 각 설명변수는 2개의 대표수준(음성지연 = 0, 2초; 초당 화상수 = 10, 30 frame/sec; 음성대역 = No filtering, 전화기 filtering)을 가졌으며, 각 조건은 8명의 피실험자에게 무작위로 제시되었다. 이 실험에는 아래에서 설명되는 시뮬레이터가 사용되었다.

요인분석시에 그룹핑되는 요인의 개수는 고유치 (eigen value)의 값이 최초로 1.0이 넘을 때의 요인의 개수로 하였으며, 요인과 감성어휘 사이의 해석을 용이하게 하기 위해서 Varimax방법으로 직교회전시킨 결과, 41개의 어휘가 8개의 요인을 중심으로 분포되어 있음을 알 수 있었다. 각 요인별로 요인축을 이루는 어휘들 중 가장 기여율이 높은 어휘쌍을 명사화하여 각 요인을 명명, 분류하였다. 최종적으로 축약된 대표감성과 그에 속하는 어휘들의 수가 표 1.에 제시되어있다. 이 8개의 주요 감성이 추후 실험의 반응(종속)변수로 사용되었다.

표 1. 주요감성과 각 감성에 속하는 감성어휘 수

현 장 감	생생하다-답답하다	(13 개)
선 명 함	선명하다-흐리다	(8 개)
부드러움	부드럽다-거칠다	(4 개)
상 쾌 함	개운하다-찝찝하다	(4 개)
친 근 감	정감있다-어색하다	(3 개)
원 근 감	가깝다-멀다	(3 개)
세 련 됨	세련되다-촌스럽다	(3 개)
중 량 감	가날프다-굵다	(2 개)

2.3 시뮬레이터

본 연구의 주요 응용대상은 송신처에서 음성과 영상의 아날로그 입력데이터를 각각 마이크와 카메라로 받아들인 후, CODEC(COder-DECoder)을 사용하여 디지털 정보로 바꾼 다음, 광역 네트워크 (Wide Area Network)를 통하여 상대방에게 전송하고, 수신처에서는 이를 다시 CODEC을 사용하여 사용자가 보고들을 수 있는 아날로그 상태로 변환하여 주는 시스템이다. 본 연구에서는 이러한 시스템의 특성을 반영하는 시뮬레이터를 구축하여 실험에 사용하였다. 본 절에서는 개발된 시뮬레이터를 하드웨어 및 소프트웨어로 나누어 설명하였다.

하드웨어

개발된 시뮬레이터는 2인용 양방향 시스템이며, 그 구성장비의 사양은 표 2.와 같다.

표 2. 각 구성장비의 사양

장 비 명	수량	기능 및 사양
방음 처리된 실험실	2	2.3×2.4×2.5 m (내부소음수준 35dBA)
Pentium 150 MHz (32Mb main memory)	2	신호처리 및 설계변수 조정, 화상제공
Video camera	2	8mm : 사용자 촬영, 화상신호 전달
파 위 앰 프 (Inkel AX-7030G)	2	음성신호 증폭 및 보조 음량조정
스 피 커	2	60W 2-way Loudspeaker
마 이 크	2	IMP-600 ohm Hi-Fi MIC

소프트웨어

평가대상인 화상회의시스템의 특성상 많은 양의 정보를 주고받게 되므로 일련의 데이터 압축과정이 필요하게 되며, 데이터의 압축 및 해제, 그리고 전송과정 중에 정보의 손실이나 왜곡 등 품질 열화요인이 발생하게 된다. 본 연구에서는 피실험자가 그러한 여러 품질 열화요인을 직접 체험할 수 있도록 하기 위하여, 화상회의시스템의 물리적 인자를 인위적으로 조절할 수 있는 프로그램을 Visual C++를 이용하여 개발하였다.

즉, 상대방으로부터 입력되는 신호에 원하는 품질 열화요인 (ITU, 1994)을 발생시킨다거나, 또는 신호의 특성을 변화시키는 것이다. 음성신호에 대해서는 음질(sound quality), 화상에 대한 지연, 반향(echo), 필터링(filtering), 음성의 크기(volume) 등이 조절 가능한 변수이며, 화상신호에 대한 조절가능 변수로는 화상의 크기, 밝기(brightness), 대비(contrast), 색상(hue), 채도(saturation)와 초당 화상의 수 등이다. 각 변수들의 조절은 LAN (Local Area Network)을 통하여 server로부터 가능하도록 하였다.

2.4 감성정량화 실험

전술한 바와 같이, 3개의 화상회의시스템의 물리적 설계인자가 선정되었으며, 또한 8개의 사용자 주요 감성이 추출되었다. 이에 본 연구에서는 물리적 설계인자의 변화에 따른 감성적 변화정도를 정량화하기 위하여 다음과 같이 실험을 실시하였다.

피실험자

본 실험을 위한 피실험자로는 19~24세의 남녀 대학생 14명과 30~48세의 주부 12명이 보수를 지급받고 자발적으로 참여하였다. 피실험자 전원이 표준적인 시,청력검사를 통하여 시,청력에 전혀 문제가 없음이 확인되었다. 학생은 학생끼리, 그리고

주부는 주부끼리 2인 1조가 되어 실험에 임하였다.

실험계획

본 실험의 설명변수로는 표 3.에 나와 있는 3개의 품질요인이 선정되었으며, 반응변수로는 앞서 감성 파악단계에서 추출된 8개의 대표감성과, MOS방법과의 비교를 위하여 전체적인 '만족감'을 추가하여 총9개의 감성이 정량적으로 측정되었다. 실험은 2×2×3 요인배치법에 의해 실시되었으며, 각 실험조건에 대하여 26명의 피실험자가 반복적으로 참가하는 Within-Subjects Design이 사용되었다. 전체적인 실험 계획은 그림 3.에 나타나 있다. 여기서, face-to-face, 즉 상대편 피실험자와 화상회의시스템을 이용하지 않고 직접 대면하여 대화를 하는 조건을 control조건으로 하여 추후 비교기준으로 하였다. 실험조건 전체는 균형화(counterbalancing)되어 26명의 피실험자 모두에게 고르게 무작위로 제시되었다. 여기서 대화의 내용은 주어진 특정 주제에 대하여 피실험자들이 임의로 대화하게 하였다.

표 3. 감성실험에 사용된 설계변수와 수준

설계변수(독립변수)	실험 수준	값
화상에 대한 음성의 지연(Delay)	0	0 초
	1	0.5 초
	2	1 초
초당 화상의 수 (Frame rate)	0	25 frame/sec (CATV)
	1	7 frame/sec (ISDN)
화상 크기 (Display size)	0	Large : 800×600
	1	Small : 480×360

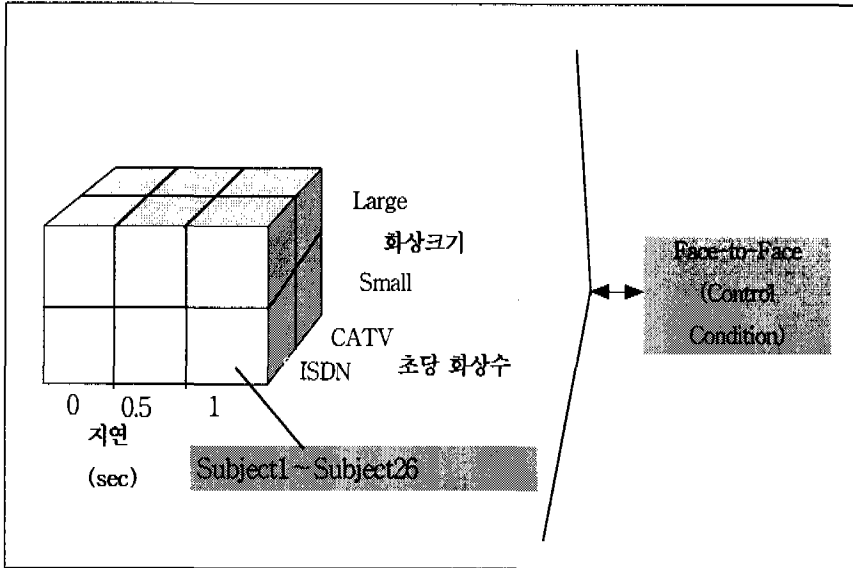


그림 3. 실험계획

실험절차

- ① 문서와 설명으로 실험의 목적과 실험절차, on-line 설문지 작성방법, 감성비교법 등을 피실험자에게 숙지시킨다.
- ② 기준조건 (화상에 대한 음성의 지연 = 0초; 초당 화상의 수 = CATV 수준: 25; 화상 크기 = small : 480×360 pixel)을 3분 정도 제시하고 피실험자는 기준조건하에서 서로 대화한다. 기준조건의 제시가 끝나면 현재 조건하의 각 감성에 대한 평가가 100점임을 주지시킨다.
- ③ face-to-face, 즉 직접 대면하여 대화를 나누는 경우의 평가를 위하여 기준조건하의 실험후, 조용한 방에 피실험자 2명이 직접 대면하면서 대화를 하도록 한다.
- ④ 기준조건의 제시가 끝나면 다시 반응변수의 수준조합을 제시하고 3분 동안 대화를 실시한다.
- ⑤ 3분간의 실험이 끝나면 기준조건의 감성평가 (100점)와 비교하여 전산화된 on-line 설문지

에 감성점수를 수치로 입력한다.

- ⑥ 모든 수준조합의 실험이 끝난 피실험자에 대해서는 현장감(10점)을 기준으로 각 감성의 상대적 중요도를 묻는 설문지를 작성하도록 한다.

3. 결과 및 분석

3.1 다중 분산분석

모든 피실험자들로부터 수집된 데이터에 대하여 3가지의 설명변수(화상에 대한 음성의 지연, 초당 화상의 수, 화상 크기)와 9개 반응변수(현장감, 선명함, 부드러움, 상쾌함, 친근감, 원근감, 세련됨, 중량감, 만족감)간의 관계를 다중 분산분석 (Multiple Analysis of Variance)을 통하여 파악한 결과, 화상에 대한 음성의 지연(p = 0.0052), 초당 화상의 수(p = 0.0001), 화상 크기(p = 0.0249) 모두의 주효과와, 화상에 대한 음성의 지연과 초당 화상의 수간의 교호작용(p = 0.0013)이 통계적으로 유의함을 알 수 있었다.

3.2 감성별 분석

다중 분산분석의 유의성에 따라 9개의 반응변수 각각에 대하여 분산분석을 실시하였다. 그 결과, 화상에 대한 음성의 지연과 초당 화상의 수에 대해서는 모든 반응변수에 대해서 유의수준 $\alpha = 0.01$ 에서 유의하게 나타났다. 즉, 화상에 대한 음성의 지연이 클수록 모든 감성은 저하되었으며, 반면에 초당 화상의 수가 증가할수록 모든 감성은 상승하였다. 한편, 화상의 크기는 현장감, 선명감, 부드러움, 친근감, 원근감, 세련됨의 반응변수에 영향을 미치는 것으로 나타났다($\alpha = 0.01$). 또한 의미있는 교호작용을 그림으로 나타내면 그림 4, 그림 5와 같다. (아래 그림 4에서 그림 9.까지에 서로 다른 문자로 표기된 조건에 대한 평균감성치는 $\alpha = 0.05$ 수준에서 통계적으로 유의한 차이가 있음을 나타냄)

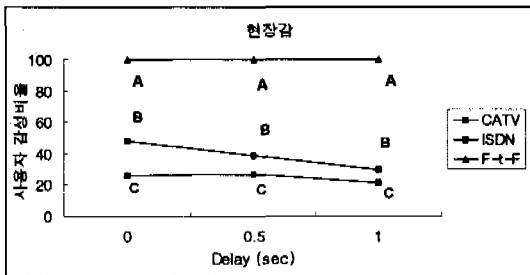


그림 4. 화상에 대한 음성의 지연과 초당 화상의 수와의 교호작용(현장감)
(CATV: 초당 25 화상; ISDN: 초당 7 화상, F-t-F: face-to-face)

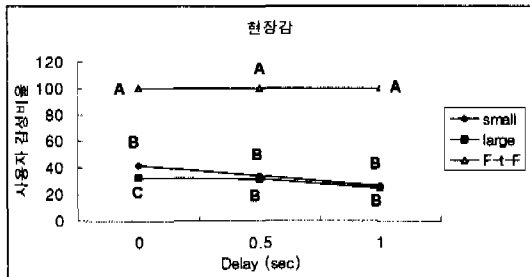


그림 5. 화상에 대한 음성의 지연과 화상크기와의 교호작용(현장감)

3.3 피실험자 그룹별 분석

피실험자군의 감성별 영향을 알아보기위해 실험데이터를 학생과 주부 양 그룹으로 나누어 분석한 결과, 화상에 대한 음성의 지연은 학생, 주부 양 그룹에 대하여 중량감을 제외한 모든 감성에 영향을 미치는 추세를 나타내었고, 초당 화상의 수 역시 학생, 주부 양 그룹에 대하여 모든 감성에 영향을 주는 주요 변수로 나타났다. 화상의 크기는 주부그룹에 대하여는 원근감에만 영향을 미쳤으나, 학생그룹의 경우에는 현장감, 부드러움, 원근감 등의 여러 감성에 영향을 주는 변수로 나타났다.

설명변수들 간의 교호작용(그림 6.~그림 9. 참조)은 일관된 추세를 보이지 않았고, 초당 화상의 수와 화상의 크기(해상도)가 감성에 영향을 미치지 않는다는 것을 의미한다. 또한 화상에 대한 음성의 지연과 화상의 크기간에는 학생그룹에 대하여 교호작용이 발견되지 않았다. 이 역시 컴퓨터에 익숙한 그룹에 대하여는 음성과 화상의 불일치가 발생하면 나머지 독립변수의 변화에 의한 감성변화가 나타나지 않음을 나타낸다. 이를 종합하여 볼 때 화상회의시스템의 품질은 음성과 화상이 얼마나 일치하는가에 크게 좌우되는 것을 알 수 있다.

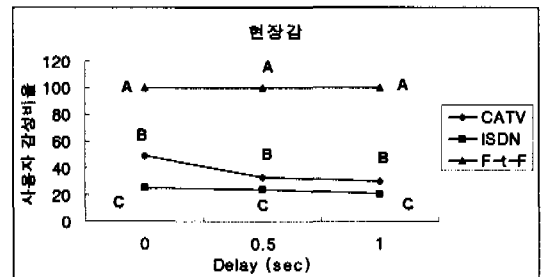


그림 6. 화상에 대한 음성의 지연과 초당 화상의 수와의 교호작용(현장감: 주부)

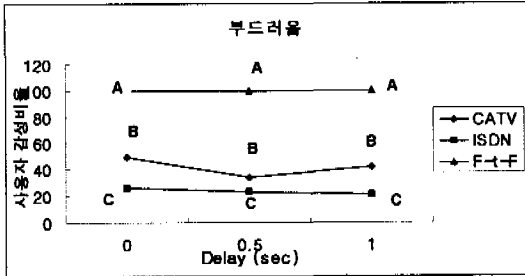


그림 7. 화상에 대한 음성의 지연과 초당 화상의 수와의 교호작용(부드러움: 주부)

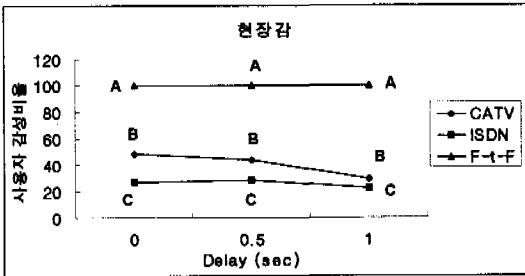


그림 8. 화상에 대한 음성의 지연과 초당 화상의 수와의 교호작용(현장감: 학생)

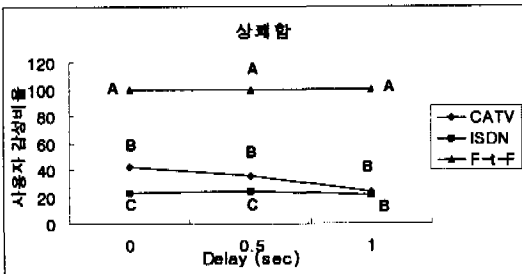


그림 9. 화상에 대한 음성의 지연과 초당 화상의 수와의 교호작용(상쾌함: 학생)

3.4 통합 감성지수

화상회의시스템의 설계변수를 분석의 독립변수로, 그리고 그에 반응하는 소비자의 감성을 종속변수로 하여 독립변수와 종속변수와의 관계를 분석한 결과는 특정한 감성이나 이미지를 유발시키는 시스템의 개발방향의 설정에 크게 도움이 될 것이다. 한편, 다수의 화상회의시스템이나 서비스간의

우열을 비교하는 상황에서는 다양한 감성을 토대로 비교, 평가하기보다는 어떤 통합된 지수로 비교하는 것이 의사결정자의 부담과 혼란을 최소화할 것이다. 따라서 본 연구에서는 감성공학적인 기법을 사용하여 추출된 감성들을 토대로 통합적인 지수를 도출하였다(나종관 외, 1997). 그리고 실험시에 '만족감'이라는 기준에 대한 피실험자들이 평가한 결과와 비교하여, 이론적으로 도출된 지수의 타당성을 검토하였다.

통합 감성지수를 산출해 내는 방법은 다음과 같다.

- ① 피실험자들로 하여금 각 감성어휘에 대한 상대적인 중요도를 평가하게 하여 감성어휘별 가중치로 사용한다.
- ② 각각의 실험조건 하에서 피실험자들이 감성어휘별로 평가한 감성점수의 평균을 산출한다.
- ③ 감성어휘들에 대하여 감성점수와 앞서 수집된 가중치를 서로 곱하여 모든 감성어휘에 대하여 더하여서 통합감성지수로 이용한다 (식 (1) 참조).

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

TSI : 통합감성지수

W_i : i번째 감성의 상대적인 정규가중치

S_i : i번째 감성의 점수

계산된 각 조건별 평균 통합 감성지수의 결과는 표 4.와 같다. 여기서, 감성지수가 높을수록 시스템에 대한 사용자의 만족도가 더 높다는 것을 의미한다. 예를 들어, ISDN수준의 화상전달속도로 큰 화상에 1초의 화상에 대한 음성의 지연이 생기는 시스템 (감성지수 = 67.2)은 화상에 대한 음성의 지연없이 큰 화상을 통해 CATV수준

으로 대화가 가능한 시스템 (감성지수 = 136.8) 보다 사용자의 전체적 만족도가 1/2정도임을 의미한다.

표 4. 실험 조건별 통합감성지수

지 연	초 당 화상수	화 상 크기	통 합 감성지수
0 초	CATV	Large	136.8
0 초	ISDN	Large	80.9
0 초	CATV	Small	102.5
0 초	ISDN	Small	66.9
0.5 초	CATV	Large	104.8
0.5 초	ISDN	Large	71.3
0.5 초	CATV	Small	96.8
0.5 초	ISDN	Small	67.1
1 초	CATV	Large	80.8
1 초	ISDN	Large	67.2
1 초	CATV	Small	85.7
1 초	ISDN	Small	59.0
Face-to-Face			245.1

아래의 그림 10.에는 산출된 통합 감성지수와 피 실험자가 직접 평가한 만족도의 점수가 함께 표시 되어 있다. 여기서 단일지수로 환산된 결과와 직접 평가 점수의 값의 형태가 거의 일치함을 알 수 있다. 이는 본 연구에서 추출된 감성어휘들이 시스템에 대한 전반적인 만족도를 잘 설명하는 어휘들임을 시사하고 있으며, 실제로 통합 감성지수와 만족도 점수와의 상관분석을 실시한 결과, 표 5.와 같이 모든 감성에서 대부분 높은 상관관계가 있음이 확인되었다.

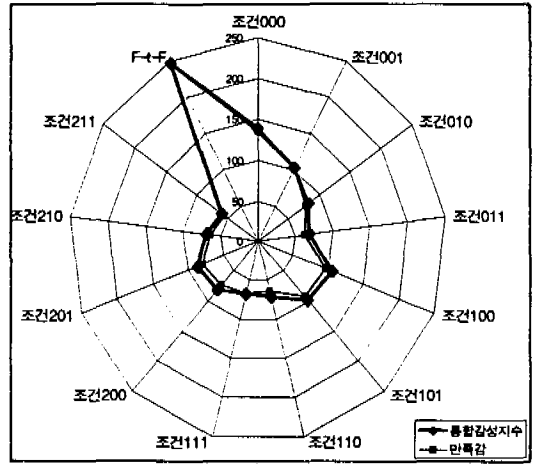


그림 10. 각 실험조건별 통합감성지수와 만족감의 비교[조건을 나타내는 3자리수는 표 3의 설계 변수 Delay, Frame rate, Display size를 차례로 나타내며 각 변수별 숫자는 표 3의 실험수준을 의미함: 예, 201→ Delay = 2수준(1초); Frame rate = 0수준(CATV); Display size = 1수준(Small)]

표 5. 통합 감성지수와 만족감과의 상관관계 분석 결과

감 성	만족감과의 상관계수
현 장 감	0.87
선 명 감	0.77
부 드 러 움	0.74
상 쾌 함	0.84
친 근 감	0.85
원 근 감	0.75
세 련 됨	0.87
중 량 감	0.68

3.5 감성 예측모델

본 연구의 데이터를 토대로 사용자의 감성을 예측하기 위하여 다변량 통계분석의 기법 중, 수량화 I류 방법(허명희, 1992)을 적용하였다. 여기서 외적 기준은 수준조합별 감성 평가치이다. 수량화 방법 I을 적용하여 통계패키지 SAS를 이용한 선형모델링 결과, 각 감성에 대한 예측모델은 다음과 같이 표시할 수 있다. 여기서 수량화 이론의 예측모델에 사용된 가변수값에 대응하는 실험변수의 조건은 화상에 대한 음성의 0초 지연(Delay1 = 1, Delay 2 = 0), 0.5초 지연(Delay1 = 0, Delay2 = 1), 1초 지연(Delay1 = 0, Delay 2 = 0); CATV수준 초당 화상의 수(Frame_Rate = 1), ISDN수준 초당 화상의 수(Frame_Rate = 0); 큰 화상(Display_Size = 1), 작은 화상(Display_Size = 0) 이다.

- 현 장 감 = 41.959 + 29.913Delay1 + 18.135Delay2 + 37.064Frame_Rate + 12.154Display_Size
- 선 명 감 = 57.349 + 17.798Delay1 + 10.346Delay2 +

- 38.910Frame_Rate + 9.410Display_Size
- 부드러움 = 48.109 + 16.053Delay1 + 4.010Delay2 + 42.061Frame_Rate + 10.721Display_Size
- 상 패 함 = 42.593 + 27.904Delay1 + 13.923Delay2 + 35.083Frame_Rate + 6.750Display_Size
- 친 근 감 = 46.093 + 28.606Delay1 + 15.260Delay2 + 34.160Frame_Rate + 11.673Display_Size
- 원 근 감 = 54.215 + 30.942Delay1 + 16.144Delay2 + 24.473Frame_Rate + 17.038Display_Size
- 세 련 됨 = 53.532 + 21.923Delay1 + 9.087Delay2 + 25.186Frame_Rate + 8.827Display_Size
- 중 량 감 = 72.990 + 16.029Delay1 + 7.644Delay2 + 13.712Frame_Rate + 6.904Display_Size

위의 예측모델을 이용하여 각 실험변수별로 각 감성에 대한 예측치를 계산한 결과가 표 6.에 요약되어 있다.

표 6.으로부터 모델에 의한 예측치가 표 7.에 제시되어 있는 실험으로부터의 감성수치와 일치하는

표 6. 예측모델을 이용한 수준별 감성예측치

지 연	초 당 화상수	화 상 크 기	현장감	선명함	부드러움	상패함	친근감	원근감	세련됨	중량감
0초	CATV	Large	121.09	123.467	116.944	112.33	120.532	126.668	109.468	109.635
0초	ISDN	Large	84.026	84.557	74.883	77.247	86.372	102.195	84.282	95.923
0초	CATV	Small	108.936	114.057	106.223	105.58	108.859	109.63	100.641	102.731
0초	ISDN	Small	71.872	75.147	64.162	70.497	74.699	85.157	75.455	89.019
0.5초	CATV	Large	109.312	116.015	104.901	98.349	107.186	111.87	96.632	101.25
0.5초	ISDN	Large	72.248	77.105	62.84	63.266	73.026	87.397	71.446	87.538
0.5초	CATV	Small	97.158	106.605	94.18	91.599	95.513	94.832	87.805	94.346
0.5초	ISDN	Small	60.094	67.695	52.119	56.516	61.353	70.359	62.619	80.634
1초	CATV	Large	91.177	105.669	100.891	84.426	91.926	95.726	87.545	93.606
1초	ISDN	Large	54.113	66.759	58.83	49.343	57.766	71.253	62.359	79.894
1초	CATV	Small	79.023	96.259	90.17	77.676	80.253	78.688	78.718	86.702
1초	ISDN	Small	41.959	57.349	48.109	42.593	46.093	54.215	53.532	72.99

표 7. 실제 측정된 수준별 감성평균치

지연	초당 화상수	화상 크기	현장감	선명함	부드러움	상쾌함	친근감	원근감	세련됨	중량감
0초	CATV	Large	141.7	134.7	135.4	135.1	147.3	147	129	116.3
0초	ISDN	Large	76.31	81.38	68.1	68.62	78.88	98.31	81.04	99.35
0초	CATV	Small	109.2	110	100.5	101.7	101	98.38	96.38	99.31
0초	ISDN	Small	58.65	71.15	58.27	60.19	63.27	80	63.38	82.31
0.5초	CATV	Large	104.3	117.9	99.23	94.88	104.3	113.2	91.15	107.7
0.5초	ISDN	Large	71.15	75.15	62.73	64.42	64.88	84.08	68.65	79.81
0.5초	CATV	Small	96.92	106	91.73	92.31	99.81	97.88	90.77	93.65
0.5초	ISDN	Small	66.42	68.42	60.35	58.12	68.04	69.31	67.92	82.65
1초	CATV	Large	79.42	92.88	91.38	65	73.88	79.38	75.38	82.31
1초	ISDN	Large	59.04	71.54	62.46	56.92	67.5	73.19	66.46	82.38
1초	CATV	Small	75.08	100.7	95.12	80.92	77.92	81.62	78.08	89
1초	ISDN	Small	52.73	60.96	49.04	51.19	56.73	65.69	62.23	79.5

표 8. 모델 예측치와 실험치와의 상관관계 분석 결과

감성	상관계수
현장감	0.93
선명함	0.91
부드러움	0.95
상쾌함	0.90
친근감	0.88
원근감	0.90
세련됨	0.88
중량감	0.87

정도를 상관분석을 통하여 검토하였으며, 그 결과는 표 8.에 나타나 있다. 이를 통하여 모델의 정확성을 알 수 있다.

4. 결론 및 토의

본 연구에서 현실의 조건을 토대로 추출된 설명변수는 화상에 대한 음성의 지연, 초당 화상의 수, 그리고 화상의 크기였으며, 이에 대응하여 민감하게 반응하는 주요 감성은 현장감, 선명함, 부드러움, 상쾌함, 친근감, 원근감, 세련됨, 중량감 순(표 1.)이었다. 나아가 이들 설명변수와 반응변수와의 관계를 실험을 통하여 정량적으로 평가하였다. 화상에 대한 음성의 지연과 초당 화상의 수, 두 가지 변수는 거의 모든 감성에 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 중량감만이 다른 감성에 비해 덜 민감하게 반응하였다. 이에 비해 화상의 크기는 원근감, 현장감 등의 일부 감성에만 영향을 미치는 변수로 나타났다. 설명변수들 간의 교호작용은 어떤 일관된 추세를 보이지는 않았으나, 초당 화상의 수와 화상의 크기간에는 주요한 교호작용이 없는 것으로 나타났다. 즉, 초당 화상의 수가 낮은 환경하

에서는 화상의 크기가 감성에 영향을 미치지 않는다는 것을 알 수 있다. 이를 종합해 볼 때, 화상회의시스템의 품질을 결정하는 주요 요인은 음성과 화상이 얼마나 일치하는가에 크게 좌우되는 것을 알 수 있었으며, 사용자들은 이 요인의 정도에 따라 현장감 같은 대표 감성이 가장 영향을 많이 받은 것으로 나타났다. 그리고 사용자의 특성에 따라 시스템의 사양이 달리 구성되어야 하는 당위성과, 그 전략적인 방향을 제시하고 있다.

또한 본 연구에서는 감성공학적 기법을 사용하여 추출된 8개의 감성들의 상대적 중요도와 실험 조건별로 사용자가 느꼈던 정량적 감성점수를 토대로 통합적인 감성지수를 도출하였으며(표 4), 실험시에 '만족감'이라는 기준에 대한 각 실험조건을 피실험자들이 직접 평가한 결과와 비교하여 이론적으로 도출된 지수의 타당성을 검토하였다. 그 결과, 수식으로 계산된 통합적 감성지수와 실험조건에 대한 피실험자들의 '만족감'에 대한 평가 점수의 값과 형태가 거의 일치하고 있음(그림 10.)을 알 수 있었다. 이는 본 연구에서 추출된 감성어휘들이 시스템에 대한 전반적인 만족도를 잘 설명하는 어휘들을 시사하고 있다.

또한 본 연구의 결과(표 4.)로 부터, 각 설계변수의 수준에 따른 사용자의 전체적 만족도 추이와 상대적 선호도를 쉽게 알아 볼 수 있다. 예를 들면, 사용자들은 전반적으로 큰 화상을 선호하였으며, 큰 화상내에서도 화상에 대한 음성의 지연이 적어질수록 화상전송 품질이 나빠질 때(CATV에서 ISDN 수준으로 바뀔 때)의 전체 만족감성의 변화는 더욱 커짐(83% → 68% → 59% : ISDN/CATV의 %)을 알 수 있고, 최악의 시스템 조건(화상에 대한 음성의 지연 = 1초, ISDN화상전송 수준, 작은 화상)에서 사용자가 느끼는 통합감성은 본 연구의 최상 조건(화상에 대한 음성의 지연 = 0초, CATV 화상전송 수준, 큰 화상)에서의 감성에 약 40%에

지나지 않았다. 또한, 본 연구에서 사용된 최상의 시스템 조건인 경우에도 직접 대화를 나눈 face-to-face조건 보다는 사용자의 만족감성은 56%정도 수준밖에 이르지 않으므로, 현재의 일반적인 화상회의의 기술이 실제 사람과 만나 얘기하며 느끼는 수준에 이르는 상당한 기술 격차가 있다고 하겠다. 이러한 결과는 시스템의 설계변수별 사용자 감성 차이를 고려하여 사용자의 전체 감성(만족감)과 설계변수에 따른 시스템 가격별 선택대안 즉, 사용자의 요구에 상응하는 저가, 중가, 고가의 시스템을 구축할 수 있는 기본 자료로 활용될 수 있을 것이다.

그리고, 본 연구에서 제안된 감성 예측모델을 이용하면 특정 설계변수를 갖는 시스템에 대한 사용자의 세부적이고 구체적인 감성을 예측하여 정량적으로 비교해 볼 수 있으며, 이로부터 사용자의 특정 감성을 만족하기 위한 시스템의 설계변수의 결정방향 (증감의 방향)에 전반적인 도움을 받을 수가 있다고 하겠다.

결론적으로, SD기법을 사용한 감성공학적 접근 방법은 음성과 화상 자극이 통합되어 있는 시스템의 평가와 최적 설계에 성공적으로 적용될 수 있음을 알 수 있었다. 그러나 실험 조건이 일대일 통신에 한정되었고, 단순한 대화만이 이루어졌으며, 또한 전문가가 아닌 일반 사용자 집단만을 대상으로 실험을 실시했으므로 시스템 설계에 직접적으로 적용시키기에는 어느 정도의 한계가 있으리라 판단된다. 따라서 추후 과제로서 화상분할 기법 등을 이용한 여러 사람 간의 원격 화상회의 상황과 부가적인 정보가 함께 제시되는 경우 등에 대한 검증이 필요하다. 또한 본 연구에서 제외시킨 배경소음, 조명, 실내 구조와 같은 환경 요인의 효과도 고려한다면 더 실질적인 결과를 얻을 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- 나종관, 화상통신시스템을 이용한 다단계 감성데이터베이스 구축에 관한 연구, 한양대학교 석사학위 논문, 1997.
- 나종관, 박민용, 박희석, “화상회의 Simulator를 이용한 통신품질의 감성공학적 평가”, '97 춘계 학술논문집, 대한인간공학회, 176~182, 1997.
- 한국전자통신연구소, 통신에 있어서 음성품질 주관 평가법, 1990.
- 한국전자통신연구소, 비음성통신의 품질에 관한 연구, 1993.
- 허명희, 수량화 방법론의 이해, 자유아카데미, 1992.
- Ishihara, S., Ishihara, K., Nagamachi, M. and Matsubara, Y., “The Acquisition of Kansei Structures Using Self-Organizing Neural Networks”, Proceedings of The 3rd Pan-Pacific Conference on Occupational Ergonomics, 152-156, 1994.
- ITU, Telephone Transmission Quality: Measurements related to speech loudness, International Telecommunication Union, Supplement 11, Series P, 1994.
- Olson, J. S., Olson, G. M., and Meader, D. K., “What Mix of Video and Audio is Useful for Small Groups Doing Remote Real-time Design Work?” '95 MOSAIC OF CREATIVITY, 362~368, 1995.
- Osgood, C. E., Suci, G. J. and Tannenbaum, P.H., The Measurement of Meaning, University of Illinois Press, Urbana, 1967.