데이터 입력방법과 소음수준이 컴퓨터 작업수행도에 미치는 영향

박상준, 박민용

한양대학교 산업공학과

Abstract

본 연구는 12명의 컴퓨터 작업자를 대상으로 데이터 입력 방법과 소음 수준이 데이터 입력 작업 수행도에 미치는 영향을 분석하였다. 다른 형태의 Database Format 및 Interaction Technique을 갖는 3가지 데이터 입력 방법(Card Format/Keyboard 입력, Card Format/Menu방식을 이용한 Mouse Click, Table Format/Keyboard 입력)과 소음의 2수준(60~65dBA, 80~85dBA)을 독립실험인자로 채택하였다. 에러 문제를 효율적으로 다루기 위해 에러 방지(error prevention)와 에러 관리(error management)의 두 가지 전략을 고려하여 두 가지 실험을 실시하였다. 실험 1에서는 에러를 효율적으로 예방할 수 있는 데이터 입력 방법 및 작업 환경을 알아보고자 데이터 입력작업 완료시간과 데이터 입력 시 발생하는 에러의 수를 종속변수로 측정하였으며, 실험 2에서는 에러의 효율적인 관리를 위한 데이터 입력 방법 및 작업 환경을 알아보고자 에러수정시간을 종속변수로하여 측정하였다.

통계분석결과, 높은 소음 수준하에서 에러수정시간이 많이 걸렸다. Form Fill-in 형식으로 입력하는 방법을 이용했을 경우 입력작업 완료시간이 적게 걸렸으며 Card format을 갖는 입력방식을 이용했을 때 적은 에러 수정시간을 나타내었다.

제 1 장 서 론

1.1 연구 배경 및 목적

Human Computer Interaction (HCI)은 1950년대 이후로 여러 인간공학자들에 의해 연구되어 왔다. 1978년에 microcomputer가 등장하게 되어 1980년에 여러 계층의 사용자에게 널리 보급됨으로써 본격적으로 HCI문제가 대두되었고 이에 따라 수 많은 HCI 관련 연구가 이제까지 진행되어 오고 있다. 1980년대 이후로 진행되어 온 HCI의 연구는 인간의 정보처리 능력을 고려한 User Interface의 설계 및 평가가 그 주류를 이루고 있으며 정보의 성격이 점점 더 다양해지고 그 양이 증가함에 따라 사용자 인터페이스의 사용 편의성 및 작업 수행 시 발생 가능한 에러의 관리에 대한 고려가 점점 증가 되고 있다. (Shackel, 1991) 즉, 사용자가 얼마나 빠르고 쉽게 주어진 작업을 수행할 수 있는지에 대한 여부 및 시스템의 관리에 치명적인 영향을 줄 수 있는 에러의 관리가 절실히 요구되고 있다.

작업자들은 부적절한 인간공학적 설계, 불충분한 작업 환경 조건, 불량한 감독으로 인해 보다 많은 에러를 저지르게 된다. A. Soares(1991)는 데이터 입력 작업에 필요한 인간공학적 요소를 파악하기 위해 171명의 데이터 입력 작업자들을 대상으로 작업 환경에 대한 설문조사를 실시한 결과 그 중 66.4% 에 해당하는 114명의 작업자들이 작업장 내의 소음의 심각성을 지적하고 있다는 조사결과를 통해 데이터 입력 작업 환경에서의 소음의 심각성을 제시하였다.

본 연구는 데이터 입력방법과 소음 수준이 작업 수행도에 미치는 영향을 연구하여 그 결과를 바탕으로 어떤 데이터 입력방법이 사용 편의성 및 에러의 효율적 관리를 증진시킬 수 있는가를 제시하여 사용자 및 소프트웨어 프로그래머들에게 데이터 입력방법에 대한 지침을 제공하며 소음 수준이 작업 수행도에 미치는 영향을 조사하여 데이터 입력 작업을 위한 적정 작업 환경을 제시하고자 한다.

1.2 기존 연구 고찰

데이터베이스는 object나 object간의 관계에 관한 정보를 나타내는데 이용되며, 계층 구조(hierarchies), Networks, Sets of relations과 같은 방법으로 정보를 구축한다. 이 세 가지 데이터베이스 구축 모델은 정보를 나타내기 위한 Format 및 사용자가 정보를 입력하고, 검색하는 작업 방법에 영향을 미친다. (Deborah, 1989)

William(1988)은 사용자 편의성을 측정하기 위한 도구를 만들기 위해 5 직종에 종사하는 618명의 사용자들에게 5 point Likert-type scale을 이용한 사용자 편의성 측정 도구를 제시하여 얻은 자료를 이용하여 요인 분석을 실시한 결과 Database Format이 사용자 편의성에 영향을 미치는 주요한 요인들 가운데 하나라고 밝혔다.

Deborah(1989)는 정보검색 작업 실시 시 3가지 다른 유형의 Format(spatial form, tabular form, verbal form)이 사용자의 검색작업 수행도에 미치는 영향을 조사하였고 데이터베이스의 Format이 검색하고자 하는 정보의 형태와 잘 부합될 때 작업 수행능력이 우수하게 나타난다는 결론을 내렸다.

William(1982)은 보고서 수정작업을 실험 작업으로 하여 3가지 Interface 방식 즉, Form/Fill-in 방식, Command 방식, 두 가지의 혼합 방식을 비교하였다. 실험 결과, 실험자들은 Form/Fill-in 방식을 가장 선호하였고 Form/Fill-in 방식을 이용할 때 가장 좋은 수행도를 보였다.

한편, 배경 소음이 작업능률에 미치는 영향에 관한 연구는 많이 진행되어 왔으며 이러한 연구 결과에 따르면 작업자에 미치는 배경 소음의 영향은 다양하다고 알려져 왔다.

Broadbent(1958)는 공장 소음의 2레벨(70dB, 100dB)하에서 감시 작업을 실험자들에게 실시하였고 소음은 작업수행도를 떨어 뜨리는 요소라고 발표했다.

Weinstein(1977)은 라디오 뉴스를 들으면서 29명의 대학생들에게 proofreading task (교정작업)를 실시하게 하였다. 그 결과 문법적 에러를 찾을 때 소음은 작업능률을 떨어 뜨리는 요소로 작용하지만 철자 에러를 찾아내는 데에는 어떤 영향도 미치지 않는다고 그의 논문 Noise and Intellectual Performance에서 밝히고 있다.

Fariborz Tayyari 와 James L. Simith(1987)는 먼저 2수준의 소음레벨(60-65dB 과 80-85dB)

로 음악을 들려준 경우, 음악이 없는 조용한 경우에서 정보처리(data processing) 작업에 음악이 미치는 영향을 알아보기 위해 40명의 피실험자들을 대상으로 실험을 실시한 결과, 음악이 작업의 정확도(accuracy)에는 영향을 미치지 않지만 작업의 속도(speed)와 전반적인 수행도(performance)를 향상시켰다는 연구 결과를 발표하였다.

이처럼 서로 상반되는 연구 결과가 나온 주된 이유는 각 실험 시 서로 다른 소음의 성격 및 크기를 실험에 사용했기 때문이라고 Valerie J. Gawron(1982)는 그의 논문 Performance Effects of Noise Intensity, Psychological Set, and Task Type and Complexity에서 밝히고 있으며 같은 소음 원을 실험의 인자로 사용하였을 경우에도 작업의 종류에 따라 다른 결과를 낳는다고 밝혔다. (e.g., Jerison, 1954; Teichner, Arees, and Reilly, 1963; Davies and Hockey, 1966)

제 2 장 데이터 입력을 위한 지침

Smith 와 Mosier (1986)는 효과적인 데이터 입력을 위한 5가지 지침을 제시했다.

1) 데이터 입력 작업 시 작업 순서의 일관성을 유지하여야 한다.
2) 가능한 한 사용자가 잦은 입력 행위를 하지 않도록 설계하여야 한다.

입력 행위가 줄어들면 줄어들수록 작업자의 생산성은 증가하고, 에러율이 줄어든다. 긴 문자열의 입력보다는 단일 keystroke, mouse selection을 통해 입력 작업을 실시하는 것이 더 효과적이다. 따라서 초보자에게 메뉴 방식을 이용한 자료 입력은 기억할 필요성을 줄이고, 입력 시의 에러를 줄일 수 있게 하는 좋은 입력방법으로 추천되지만 입력 작업에 매우 익숙한 작업자는 lightpen, joystick을 움직이는 것 보다 6 ~ 8 정도의 문자를 직접 입력하는 것을 더 선호한다.

중복되는 입력은 작업자에게 필요 없는 행위로 인식되며 에러를 저지를 수 있는 가능성이 많기 때문에 피해져야 한다.

3) 작업자들이 많은 양의 정보를 기억하도록 설계하지 않아야 한다.
4) 데이터 입력 정보의 Format과 화면에 제시된 정보의 Format은 일관성을 유지해야 한다.
5) 사용자가 데이터 입력을 제어하기 쉽게 설계하여야 한다.

데이터 입력 작업에 익숙한 작업자들을 위해 자신이 제어할 수 있는 순서에 따라 정보를 입력할 수 있어야 한다. 이 원칙을 적용할 때는 일관성의 원칙을 고려하여 조심스럽게 행해져야 한다.

제 3 장 에러의 관리

Human Error는 '인간이 명시된 정확도, 순서, 혹은 시간 한계 내에서 지정된 행위를 하지 못하는 것 혹은 금지된 행위를 하는 것'으로 정의할 수 있으며, 그 결과 장비나 재산의 파손 혹은 예정된 작업의 중단을 초래할 수 있다. 이와 같은 Human Error를 줄이기 위해 Michael Frese(1991)는 Error Prevention과 Error Management의 두 가지 전략을 제시하면서 Error Management의 중요성을 강조했다.

3.1 Error Prevention

Error Prevention이란 좋은 디자인을 통해 사용자가 저지를 수 있는 에러의 양을 줄이고자 하는 전략이다. Error Prevention 전략을 효과적으로 수행하기 위해서 데이터 입력 지침을 이용하여 interface를 디자인하는 것이 바람직하다.

3.2 Error Management

Error Management는 에러의 양을 줄이는 것보다 에러로 인한 부정적인 효과들을 줄이는 것을 목적으로 하는 전략이다. 컴퓨터 작업 시간 중 약 12 %가 에러를 수정하는데 소비되며 이러한 에러 검출과정중 대부분의 에러들은 몇 초 내에 검출되어 정정되지만 이 과정에서 검출되지 못하는 에러로 인해 경제적 손실이 커질 수 있고 에러 수정시간이 너무 길어지면 작업자들의 stress또한 증가하게 되어 작업수행도가 떨어진다. 그러므로, 에러 검출이 용이하며 에러수정시간을 줄이기 위한 시스템의 설계가 요구된다.

제 4 장 실 험

4.1 피실험자

실험에 자발적으로 참여한 만 22 ~ 26세의 남자 대학원생 12명을 실험자로 선발하였다. 피실험자들 모두 정상 청력(26 dBA 이하/1000 Hz : ISO, 1964)및 정상 시력을 소유하고 있으며, 컴퓨터 작업에 매우 익숙한 학생들로 구성되었다.

4.2 실험 장비

피실험자들의 청력을 검사하기 위해 청력 측정기(Beltron Model 110 Audiometer)가 이용되었다. 실험에 필요한 소음은 제조업체에서 직접 녹음하였고 소음의 강도를 측정하기 위해 소음 측정기(B & K Type 2236)가 이용되었다.

실험에 필요한 3가지 형태의 입력 방법을 만들기 위해 Microsoft Foxpro를 이용하여 program을 작성하였고 작업 시간의 측정은 시간 측정 프로그램을 작성하여 작업 시작과 동시에 시간이 측정되어 작업이 완료될 때 그 때까지의 시간이 측정되도록 하였다.

피실험자에게 제공되는 Data Sheet의 format은 format의 일관성을 유지시켜 주기 위해 피실험자가 작업하게 될 입력 방법의 format과 일치시켜 주었다.

4.3 실험 계획

에러 관리의 두 가지 전략을 만족시키는 입력 방법 및 작업 환경을 알아보고자 두 가지 실험을 계획하였다.

4.3.1 실험 1의 실험 계획

실험 1에서는 Error Prevention전략을 고려하여 실험자가 Data sheet를 보고 데이터를 입력하는 작업을 실험 작업으로 하였다. 자료수집 및 분석을 위하여 Two-way, Mixed-factors

experimental design(Keppel, 1982)을 이용하였다. 두 개의 독립변수 중 데이터 입력 방법은 Method 1, Method 2, Method 3의 3 수준이 Within-Subject 변수로, Low Level, High Level의 소음 수준은 Between-Subject 변수로 구성되었다. 특히, High Level의 소음 강도는 청력에 영향을 주지 않도록 80~85dBA로 하였다. 자세한 실험 변수의 정의는 Table 4.1에 제시되었고, Figure 4.1, Figure 4.2, Figure 4.3은 실험에 이용하기위해 프로그램한 각 데이터 입력 방식이다.

Table 4.1 실험 변수의 정의

독립변수	수 준	정 의
데이터 입력 방법 (METHOD)	METHOD 1	Card Format + Form Fill-in
	METHOD 2	Card Format + Menu
	METHOD 3	Table Format + Form Fill-in
소음(NOISE)	LOW LEVEL	60 ~ 65 dBA, 공장소음
	HIGH LEVEL	80 ~ 85 dBA, 공장소음

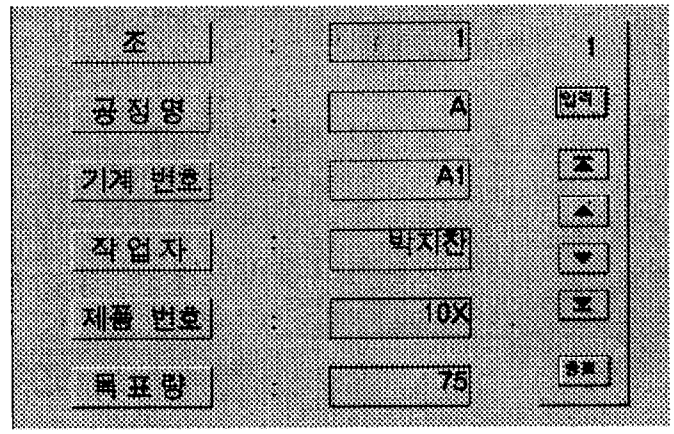

Figure 4.1 METHOD 1

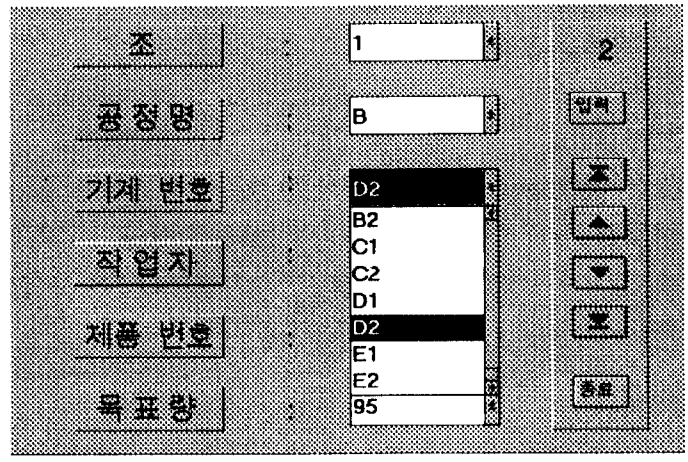

Figure 4.2 METHOD 2

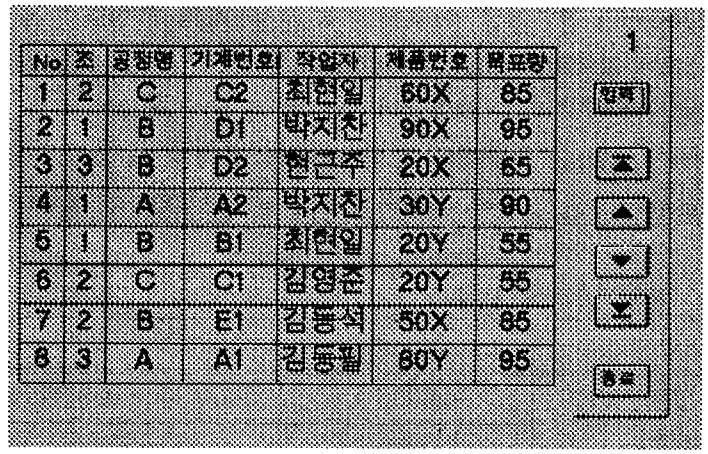

Figure 4.3 METHOD 3

4.3.2 실험 2의 실험 계획

실험 2에서 Error Management 전략을 고려하여 실험자에게 정확한 정보와 오타를 포함하고 있는 3가지 형태의 입력방법에 입력된 정보를 검색하면서 오타를 전부 수정하는 작업을 실시하게 끔 하였다. 따라서, 실험 1의 Experimental Design과 독립 변수, 수준은 동일하게 적용되나 실험 2에서는 종속변수를 에러수정시간으로 하였다.

제 5 장 실험 결과 및 분석

5.1 실험 1의 결과 및 분석

종속변수인 에러의 개수와 입력 작업 완료시간에 대한 데이터 입력 방법과 소음의 영향을 알아본다.

5.1.1 에러의 개수

데이터 입력작업 시 발생한 에러의 개수에 대해 SAS(Statistical Analysis System)를 이용하여 분산분석을 실시한 결과, 데이터 입력 방법의 3 수준과 소음의 2수준 및 교호작용 모두 통계적으로 유의한($p<0.05$) 차이를 보이지 않았다.

5.1.2 입력작업 완료시간

데이터 입력에 필요한 시간을 종속변수로 하여 분산분석을 실시한 결과, 데이터 입력 방법의 3 수준은 통계적으로 유의한($p<0.05$) 차이를 보이고 있음을 알았고, 각 데이터 입력 방법에 대한 *Bonferroni t*-test를 실시하여 METHOD 1과 METHOD 2가 METHOD 3와 유의한 차이가 있음을 알았다($\alpha=0.05$, df=20 , MSE=11759.37). (Figure 5.1)

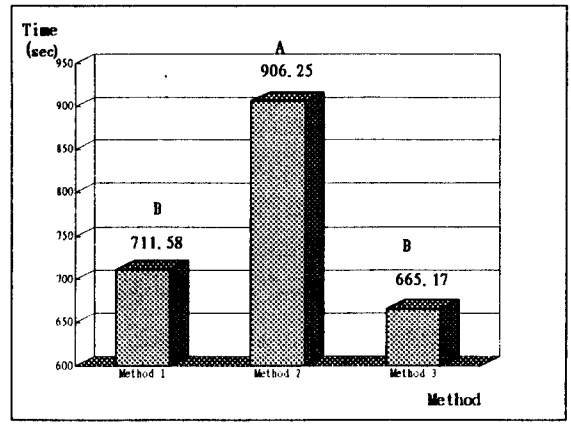

Figure 5.1 입력 작업 방법별 작업 완료 시간
(서로 다른 문자는 통계적으로 유의함, $p < 0.05$)

5.2 실험 2의 결과 및 분석

에러 수정시간을 종속변수로 하여 분산분석을 실시한 결과, 데이터 입력 방법의 3 수준 및 소음의 2 수준이 통계적으로 유의한($p < 0.05$) 차이를 보이고 있음을 알았다. 따라서 각 독립변수에 대한 *Bonferroni t*-test를 실시하여 Figure 5.2에서와 같이 METHOD 1과 METHOD 2가 METHOD 3와 유의한 차이가 있음을 알았고(α=0.05, df=20, MSE=1464.678), Figure 5.3에서와 같이 소음의 2수준이 유의한 차이가 있음을 알았다(α=0.05, df=10, MSE=1415.978).

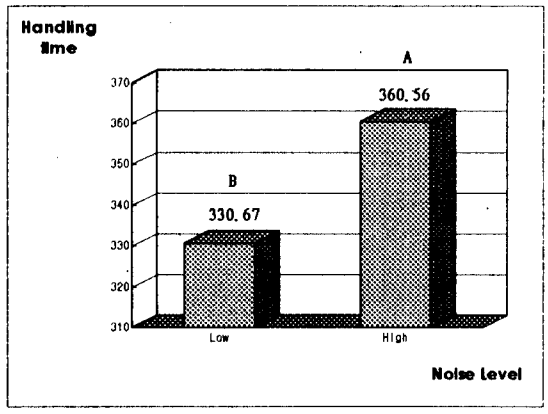

Figure 5.2 입력 작업 방법별 에러수정시간
(서로 다른 문자는 통계적으로 유의함, p<0.05)

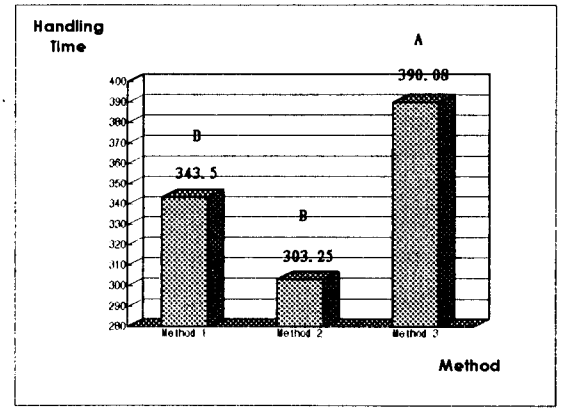

Figure 5.3 소음수준별 에러수정시간
(서로 다른 문자는 통계적으로 유의함, p<0.05)

제 6 장 결론 및 추후 연구과제

실험 1을 통해서 Form Fill-in 형식으로 입력하는 방법이 가장 작업 속도가 빠른 것으로 나타났으며 실험 2를 통해서 Card Format을 갖는 입력 방법이 에러 수정 시간이 적게 걸린 것으로

나타났다. 본 논문에서 연구된 결과들은 작업자들의 작업 수행도를 향상시킬 수 있을 것으로 기대됨에 따라 데이터 입력이 요구되는 소프트웨어 설계 시 지침으로 제공될 수 있을 것으로 기대된다. 데이터 입력 작업을 크게 입력 작업과 수정작업으로 나누어 생각하여 볼 때, 소프트웨어 설계 시 입력 작업에 적당한 작업 방법으로 실험 1에서 추천된 Form Fill-in 형식으로 입력하는 방법을 사용하여 입력 작업을 실시한 후 소프트웨어 프로그램 자체 내에서 자동적으로 수정작업을 실시하기에 적당한 입력방법인 Card Format을 갖는 Form Fill-in 형식이나 Menu 방식으로 변환하여 수정작업을 실시할 수 있도록 설계하는 방식을 제안해 본다.

한편, 실험 2를 통해 소음의 강도가 작을 때 에러 수정 시간이 적게 걸렸다는 사실로부터 소음이 적게 나는 입력 환경을 구성하거나 Earplug와 같은 청각 보호구를 이용하는 것이 작업자의 작업 수행도를 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다.

추후 연구과제로 보다 일반적인 결론을 얻기위해서 각 입력 방법에 보다 많은 입력 항목을 디자인하여 보다 많은 실험자에게 실험을 실시하는 연구 방법과 사용자들의 만족도를 측정할 수 있는 도구를 설계하여 각 입력방법에 대한 사용자의 만족도를 측정하고 이것을 소프트웨어 설계 시에 반영하는 연구 방법을 제시해 본다.

참고 문헌

박경수, 인간공학 - 작업경제학 -, 영지 문화사, pp. 65-72, 1994.

A. Soares, "The hard life of the unskilled workers in new technologies: Data-Entry Clerks in Brazil - A Case Study," Human Aspects in Computing: Design and Interactive Systems and Information Management, pp. 1219-1225, 1991.

Broadbent, D. E, "Effect of noise on an intellectual task," Journal of the Acousticasl Society of America, pp. 824-827, 1958.

B. Shackel, "Whence and where - A short history of human-computer interaction," Human Aspects in Computing: Design and Use of interactive Systems and Work with Terminals, Elsevier science Publishers B. V., pp. 4-18, 1991.

Deborah A. Bohem-Davis., et al., "Effects of different data base formats on information retrieval," *Human Factors*, October, vol. 31, no. 5, pp. 579-592, 1989.

Fariborz Tayyari, James L. Smith., "Effects of music on performance in human-computer interface," *Proceedings of The Human Factors Society 31*', pp. 321-1325, 1987.

ISO R226-1964 (E), Normal equal-loudness contours for puretones and normal thresholds of hearing under free-field listening conditions, Switzerland: International Organization for Stadardization, 1964.

Keppel, G., *Design and Analysis*, Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1982.

Michael Frese, "Error management or Error prevention: Two strategies to deal with errors in software design," *Human Aspects in Computing: Design and Use of Interactive Systems and Work with Terminals*, Elsevier Science Publishers B. V.,

pp. 776-781, 1991.

Smith, Sid L. and Mosier, Jane N., "Guidelines for Designing User Interface Software," Reports ESD-TR-86-278, Electronic System Division, the MITRE Corporation, Bedfore, MA, 1986.

Valerie J. Gawron, "Performance Effects of Noise intensity, Psychological Set, and Task Type and Complexity," *Human Factors*, vol. 24, no. 2, pp. 225-243, 1982.

Weinstein, N., "Noise and Intellectual Performance: A Confirmation and Extension," *Jornal of Applied Psychology*, p 62, 104-107, 1977.

William J. Doll, and Gholamreza Torkzadeh, "The measurement of End-User Computing satiafaction," *MIS Quarterly/June*, pp. 259-274, 1988.

William J. N., "The Comparison of interaction method," *In Proceedings of the Human Factors Society 29th Annual Meeting*, pp. 214-218, 1983.