
GOMS를 이용한 사용자 인터페이스 평가

Using GOMS for User Interface Evaluation

전영주, Youngjoo Jeon*, 백지승, Jiseung Back**, 명노해, Rohae Myung***

요약 컴퓨터의 빠른 발달과 보급 속도로 인해 사용자와 컴퓨터 간의 상호작용 (Human-Computer Interaction; HCI)이 중요해 지면서, 인터페이스 개발과 평가가 강조되고 있다. 본 논문에서는 컴퓨터 시스템의 정량적 사용성 평가에 널리 이용되는 GOMS에 대한 이해와 함께 인터페이스 평가에서의 GOMS의 한계와 개선 방향에 대하여 알아보려고 한다. 먼저 연구 대상이 되는 컴퓨터 작업 환경을 선정하고, 특정 작업에 대한 작업 분석을 실시하였다. 그리고 작업 분석 결과를 바탕으로 NGOMSL을 이용하여 모델링 하였다. 모델링 결과 작업 Operators의 구성을 알 수 있었고, 총 수행시간과 학습시간을 예측할 수 있었다. GOMS 모델링 결과가 실제 사람의 수행 결과와 얼마나 일치하는지를 비교하기 위하여 Empirical Test를 실시하였고, 그 결과 GOMS 모델링을 통해 예측된 수행시간과 실험을 통해 얻은 총 수행시간 사이에는 큰 차이가 있음을 알 수 있었다. 이러한 차이를 줄이고 실제 사용자의 수행과정과 유사하게 모델링을 하기 위하여 두 가지 가정을 바탕으로 GOMS 모델을 개선하였다. 본 연구를 통하여 GOMS 모델링은 컴퓨터 시스템의 효과적인 상대적 사용성 평가 도구로 활용될 수 있음을 확인할 수 있었다.

핵심어: GOMS, NGOMSL, 사용성 평가.

본 논문은 '2단계 BK21 사업' 및 2008년 정부의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구(KRF-2008-313-D01233)인.

*전영주 : 고려대학교 정보경영공학부 e-mail: ozooj@korea.ac.kr

**백지승 : 고려대학교 지구환경과학과 e-mail: jeanback@korea.ac.kr

***명노해 : 고려대학교 정보경영공학부 교수 e-mail: rmyung@korea.ac.kr

1. 서론

1. 1. 연구배경

최근 컴퓨터가 인간의 삶에 지대한 영향을 미치고 있다는 사실에는 의심의 여지가 없다. 컴퓨터의 발전이 매우 빠르고 널리 보급되면서, 사람은 컴퓨터를 통해 작업을 하고, 데이터를 관리하며, 의사소통을 한다. 또 컴퓨터의 소형화와 인터넷의 보급, 유비쿼터스 컴퓨팅 생활환경이 구축되면서 컴퓨터 시스템은 인간이 느끼지 못할 정도로 생활 깊숙이 퍼져 있다. 이렇게 사람과 컴퓨터가 가까워질수록 HCI 분야는 중요해지고 있다. HCI는 사람과 컴퓨터 시스템 간에 주고받는 상호작용에 대해 연구하여, 궁극적으로 사람과 시스템이 좀 더 조화를 이룰 수 있도록 시스템을 개발하는 분야를 의미한다[1]. 사람과 조화로운 컴퓨터 시스템을 개발하기 위해서는 사람과 컴퓨터 시스템의 상호작용을 매개시켜주는 인터페이스의 개발과 평가에 중점을 두어야 한다.

인터페이스의 사용성 평가는 그 평가를 통해 얻어진 결과의 형태에 따라 정량적 평가와 정성적 평가로 나눌 수 있다. 정량적 평가는 객관적인 평가로서 인터페이스를 통해 이루어지는 인간과 컴퓨터 시스템의 상호작용을 수치적으로 표현될 수 있다. 반면, 정성적 평가는 주관적인 경험과 만족감을 중심으로 한 평가로서 수치적으로 표현되지 않아 분석하기 어렵지만, 정량적 평가에서는 표현될 수 없는 상세한 요소에 대한 평가까지 할 수 있다[2].

다양한 전문가들이 서로 다른 의견을 보일 수 있는 사용성 평가 분야에서, 정량적이면서도 실험으로 입증 가능성이 높고 이론적으로 합당한 방법에 의해 뒷받침되는 평가 방법의 결과는 상당한 설득력을 가지고 논란의 여지가 없을 것이다. 이러한 관점에서 GOMS는 컴퓨터 기반 시스템의 인터페이스 사용성 평가 부분에서 가장 뛰어난 정량적 분석 방법이라 할 수 있다[3]. GOMS는 인지행위 모형의 하나로써 HCI 분야에서 넓은 이론적 배경을 바탕으로 인지 과정을 분석하고, 인터페이스 개발 시 필요한 기능성, 인지작행위적 절차, 학습시간, 수행시간, 에러 등 여러 정보를 객관적으로 예측하여 추출할 수 있으며, 그것을 실험적 방법으로도 입증이 가능한 몇 안 되는 강력한 사용성 평가 도구이다[3].

1. 2. GOMS의 개념

GOMS는 사람의 행동과 인지과정을 모델링 하는 기술로서, 제품 및 시스템을 사용할 때 사용자의 효율성, 복잡성 등을 분석할 수 있다. GOMS는 목표(Goals), 조작자(Operators), 방법(Methods), 선택규칙(Selection rules)의 약자로 일반적으로 다음과 같이 정의 될 수 있다[4].

* GOMS는 목표, 조작자, 방법, 선택규칙의 관점에서 사용

자가 제품을 사용할 때 어떻게 사용하는지에 대한 사람의 행동과 인지과정을 분석하는 유용한 방법이다'

목표(Goals)는 사용자의 목표이다. 즉, 사용자가 제품 사용을 통하여 무엇을 이루고자 하는가이다. 목표는 종종 그것의 하위 목표로 나누어 질 수 있고, 하위 목표는 최종 목표를 이루기 위해서 반드시 이루어 져야 한다. 조작자(Operators)는 사용자가 제품에 대하여 직접적으로 취할 수 있는 행위를 의미한다. 조작자는 지각, 인지, 신체적 운동으로 나눌 수 있는데, 지각과 인지는 내부적 조작자(Internal Operators)이고, 신체적 움직임은 외부적 조작자(External Operators)이다. 방법(Methods)은 목표나 하위 목표를 성취할 수 있는 조작자들로 구성된 연속된 단계이다. 선택규칙(Selection rules)은 하나의 목표를 이루기 위한 방법이 여러 가지가 있을 경우 어떤 방법을 적용하여 목표를 이룰 것인지에 대한 사용자의 지식을 표상하는 개인적인 규칙이다. 선택규칙은 제품을 사용할 때의 개인적인 경험이나 훈련에 의해서 결정된다.

즉, GOMS 모델에서는 목표를 이루기 위해서는 방법이 있어야 하고, 방법은 낮은 수준의 구체적인 행위로 이루어진 조작자로 구성되어 있다. 만약, 목표를 이루기 위한 방법이 하나 이상이라면, 사용자의 개인적인 선택규칙에 의해서 방법이 결정된다. 그리고 GOMS 모델을 통해서 기능의 범위와 일관성, 조작자의 순서, 과제의 수행시간, 절차의 학습시간, 에러 등에 관한 설계 정보(design information)를 객관적으로 얻을 수 있다.

GOMS는 CMN-GOMS, KLM, CPM-GOMS, NGOMSL, 등 4가지 유형으로 발전해 왔다. GOMS Family의 model 중 에서 NGOMSL은 가장 많은 설계정보를 추출할 수 있다. Kieras 등이 CCT(Cognitive Complex Theory)를 기반으로 제안한 NGOMSL은 매우 명백하고 일반적인 방법으로 표현될 수 있는 자연어로 잘 구조화된 컴퓨터 프로그램 형태이다. 물음에 대한 최우선 규칙을 포함하여 최상위 목표로부터 최하위 조작자까지 모델을 구축하여 사용성 평가를 하게 된다. NGOMSL을 이용하면 순차적인 작업에 대하여 기능의 범위와 일관성, 작업자(Operators)의 구성 및 순서, 수행시간(execution time), 학습시간(learning time) 등을 알 수 있다. 따라서 넓은 범위에 적용가능하고 가장 많은 설계정보를 추출할 수 있다는 점에서 NGOMSL이 가장 이상적인 GOMS 모델이라 할 수 있다. 또한 원하는 작업을 컴퓨터 프로그램화 되어있는 NGOMSL의 방법, 선택규칙을 이용하여 쉽게 분석이 가능하기 때문에 복잡한 작업을 모델링 하는데 유용하다. NGOMSL은 JAVA 프로그래밍과 연동되는 EGLEAN의 개발로 역동적이고 상호적인 제품 및 시스템에서도 적용 가능한 Computational GOMS 모델링 기법으로 발전되었다.

1. 3. 연구목적

본 연구에서는 HCI 분야에서 이론적으로 널리 알려져 있고, 그 유용성이 입증된 GOMS model을 이용하여 컴퓨터 기반 시스템의 사용성 평가를 해보고자 한다. 먼저, 특정 컴퓨터 기반 시스템을 선택한 후, 어떤 작업에 대한 task analysis를 실시 하였다. Task analysis 결과를 여러 GOMS model 중 가장 많은 설계정보를 얻을 수 있는 NGOMSL을 이용하여 GOMS 모델링을 하고, 이를 EGLEAN으로 컴퓨터 프로그래밍화 하였다. 마지막으로 GOMS 모델링 결과를 실제 사용자의 수행 결과와 비교해 봄으로써 인터페이스 평가를 실시하였다. 본 연구에서 이론적으로 널리 알려진 GOMS를 활용하여 실제 인터페이스를 평가해 봄으로써 GOMS의 개념, GOMS의 구조, GOMS의 절차, GOMS의 활용에 대한 이해를 높이고자 한다. 더불어, 실제 인터페이스를 평가함에 있어 GOMS의 제한점과 개선 방향에 대해 살펴보고자 한다.

2. 본론

2. 1. Task Analysis

2. 1. 1. 연구대상

공학이나 사회과학 분야에서 연구를 진행하면서 가장 많이 사용하는 컴퓨터 기반 시스템 중 하나는 통계적 분석을 위한 통계 소프트웨어인 것이다. 통계 소프트웨어 중 가장 많이 사용되는 것이 SAS(Statistical Analysis System)와 SPSS(Statistical Package for the Social Sciences)이다. 그리고 간단한 통계적 분석을 할 경우에는 Microsoft Office Excel도 많이 사용한다. 그런데 통계 소프트웨어 별로 사용자가 수행하게 되는 작업 형태에는 차이가 있다. SAS는 명령어 입력 시스템이기 때문에 통계 분석을 위한 명령어와 옵션을 타이핑하는 작업 형태가 주를 이루고 있는 반면, SPSS와 Excel은 윈도우 기반 인터페이스답게 주로 마우스 클릭의 작업 형태로 구성되어 있다. 따라서 본 연구에서는 많이 활용되는 컴퓨터 기반 시스템인 통계 소프트웨어 중에서 작업의 형태가 유사한 SPSS(12.0)와 Excel(2007)을 대상으로 연구를 실시하였다.

2. 1. 2. SPSS와 Excel의 작업분석 (Task Analysis)

통계 소프트웨어를 이용하여 할 수 있는 많은 통계적 분석 중 단순회귀분석(simple regression analysis)을 연구 대상 작업으로 선정하였다. 먼저 사용자가 수행하는 작업을 위한 2가지 가정을 두었다. 첫째, 단순회귀분석을 위한 모든 데이터는 spread sheet에 입력되어 있다. 둘째, 통계 소프트웨어의 옵션은 서로 같은 결과를 얻도록 설정한다.

이러한 가정을 바탕으로 SPSS와 Excel에서의 단순회귀분석에 대한 작업분석을 수행하였다. 각각의 프로그램에 대한 작업분석 결과는 표 1, 표 2와 같다.

표 1. SPSS 에서의 작업분석 결과

| 구분 | 세부 task | 구분 | task |
|-------|-----------|------|--|
| 작업 1 | 분석 클릭 | 작업 1 | 분석 방법을 선택하는 단계 (Choosing Method) |
| 작업 2 | 회귀분석으로 이동 | | |
| 작업 3 | 선형회귀분석 클릭 | | |
| 작업 4 | 종속변수 클릭 | 작업 2 | 종속변수와 독립변수를 지정하는 단계 (Indicating Variable) |
| 작업 5 | 화살표 클릭 | | |
| 작업 6 | 독립변수 클릭 | | |
| 작업 7 | 화살표 클릭 | 작업 3 | 옵션을 지정하는 단계 (Setting Options) |
| 작업 8 | 통계량 클릭 | | |
| 작업 9 | 신뢰구간 클릭 | | |
| 작업 10 | 계속 클릭 | 작업 4 | |
| 작업 11 | 확인 클릭 | | |
| 작업 12 | 결과 확인 | | |

표 2. Excel 에서의 작업분석 결과

| 구분 | 세부 task | 구분 | task |
|-------|-----------------|------|--|
| 작업 1 | 데이터 클릭 | 작업 1 | 분석 방법을 선택하는 단계 (Choosing Method) |
| 작업 2 | 데이터분석 클릭 | | |
| 작업 3 | 회귀분석 클릭 | | |
| 작업 4 | 확인 클릭 | 작업 2 | 종속변수와 독립변수를 지정하는 단계 (Indicating Variable) |
| 작업 5 | Y축 입력범위 클릭 | | |
| 작업 6 | Y축 입력범위 드래그로 지정 | | |
| 작업 7 | 엔터 | 작업 3 | 입력을 마무리하는 단계 (Accomplishing Input) |
| 작업 8 | X축 입력범위 클릭 | | |
| 작업 9 | X축 입력범위 드래그로 지정 | | |
| 작업 10 | 엔터 | 작업 3 | 입력을 마무리하는 단계 (Accomplishing Input) |
| 작업 11 | 확인 클릭 | | |
| 작업 12 | 결과 확인 | | |

SPSS에서의 단순 회귀 분석 작업은 크게 4가지 작업으로 나눌 수 있고, Excel에서의 단순 회귀 분석 작업은 크게 3가지 작업으로 나눌 수 있다. 그리고 SPSS 작업에서는 10번의 클릭 작업으로만 이루어져 있고, Excel 작업에서는 7번의 클릭 작업과 2번의 드래그 작업, 2번의 엔터키 입력 작업으로 이루어져 있다.

2. 2. GOMS 모델

2. 2. 1. 최초 GOMS 모델링

위에서 분석한 작업분석 결과를 바탕으로 NGOMSL을 이용하여 모델링 하였다. NGOMSL은 Methods를 표현하기 위하여 GOMS의 기본적인 개념을 이용하고 있다[3]. 즉, 인간이 작업 기억 (Working Memory)에서 행동을 유발하는데 있어서 순차적 단계 구조(serial-stage architecture)를 가지고 있다. 예를 들어 본 연구의 대상이 된 SPSS의 단순회귀 분석 작업에서 '분석' 이라는 언어적 아이콘을 클릭하기 위해서는 1)대상이 되는 아이콘을 바라보고 작업 기억에 저장하

고, 2)작업 기억에 저장된 대상으로 마우스를 이용하여 커서를 움직이고, 3)작업 기억에 저장된 대상을 클릭하는 순서로 행동하게 된다. 최초 GOMS 모델링에서는 이러한 NGOMSL의 기본적인 Methods의 표현 방식에 기초하여 모델링 하였다.

2. 2. 1. 최초 GOMS 모델의 결과 및 분석

(1) Operators의 구성

NGOMSL 모델을 통하여 가장 간단히 얻을 수 있는 정보 중 하나는 Operators의 구성이다. SPSS와 Excel을 이용한 단순회귀분석 작업을 NGOMSL로 모델링 하였을 때, 최초 GOMS 모델을 구성하고 있는 Operators는 표 3과 같다.

SPSS의 경우 마우스를 이용하여 커서를 움직이고, 클릭을 하는 등의 21개의 Manual Operators와 대상을 바라보는 13개의 Visual Operators 등 총 34개의 External Operators로 구성되어 있다. 그리고 작업의 흐름을 통제하는 9개의 Standard Primitive Mental Operators와 모든 작업의 수행 결과를 확인하는 1개의 Analyst-Defined Mental Operators 등 총 10개의 Internal Operators로 구성되어 있다.

Excel의 경우 마우스를 이용하여 커서를 움직이고, 클릭을 하고, 드래그를 하고, 키보드를 누르는 등의 26개의 Manual Operators와 대상을 바라보는 13개의 Visual Operators 등 총 39개의 External Operators로 구성되어 있다. 그리고 작업의 흐름을 통제하는 7개의 Standard Primitive Mental Operators와 모든 작업의 수행 결과를 확인하는 1개의 Analyst-Defined Mental Operators 등 총 8개의 Internal Operators로 구성되어 있다.

표 3. 최초 GOMS 모델을 구성하고 있는 Operators

| Operators | | SPSS | Excel | |
|-------------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------|---|
| Manual Operators | Keystroke | 0 | 2 | |
| | Click | 10 | 7 | |
| | Hold_down | 0 | 2 | |
| | Release | 0 | 2 | |
| | Point_to | 11 | 11 | |
| | Home_to | 0 | 2 | |
| Visual Operators | Look_for_object_whose | 13 | 13 | |
| Standard Primitive Mental Operators | Flow of control | Accomplish_goal | 4 | 3 |
| | | Return_with_goal_accomplished | 5 | 4 |
| | Memory storage and retrieval | Recall_LTM_item_whose | 0 | 0 |
| Analyst-Defined Mental Operators | Verify | 1 | 1 | |

(2) 총 수행시간 예측

NGOMSL을 이용하여 얻을 수 있는 가장 중요한 정보는 총 수행시간이다. 최초 GOMS 모델링의 수행시간 예측 결과는 표 4와 같다. SPSS를 이용한 단순회귀분석의 총 수행시간은 34.15초 이고, Excel을 이용한 단순회귀분석의 총 수행시간은 37.1초 이다. SPSS를 이용한 단순회귀분석이 Excel을 이용한 단순회귀분석보다 약 3초 정도 빠른 수행시간이 예측되었다.

표 4. 최초 GOMS 모델링을 통해 예측된 총 수행시간 (msec)

| 작업 | SPSS | Excel |
|--------------------------------|-------|-------|
| 1 | 8350 | 12600 |
| 2 | 12200 | 20000 |
| 3 | 9500 | 3200 |
| 4 | 2800 | |
| 결과 확인 | 1300 | 1300 |
| Predicted Total Execution Time | 34150 | 37100 |

(3) 학습시간 예측

GOMS Family 중 NGOMSL에서만 얻을 수 있는 중요한 정보 중 하나는 학습시간이다[4]. 학습시간은 Gong이 정의한 학습시간 파라미터를 가지고 다음과 같이 예측할 수 있다 [5]. 그 결과는 표 5와 같다.

- *Total Procedure Learning Time*
= *Pure Procedure Learning Time* + *Training Procedure Execution Time*
- *Pure Procedure Learning Time*
= *NGOMSL Method Learning Time* + *LTM Item Learning Time*
- *NGOMSL Method Learning Time*
= 17 seconds X # of NGOMSL Statements to be Learned
- *LTM Item Learning Time*
= 6 seconds X # of LTM Chunks to be Learned.

표 5. 최초 GOMS 모델링을 통해 예측된 총 학습시간 (sec)

| | SPSS | Excel |
|--|------|-------|
| # of NGOMSL Statements to be Learned | 49 | 51 |
| # of LTM Chunks to be Learned | 0 | 0 |
| Predicted Pure Procedure Learning Time | 833 | 867 |

SPSS의 경우 학습해야 할 NGOMSL 문장은 총 49개이고, 학습해야 할 LTM Chunk는 없다. 그러므로 총 학습시간은 833초로 예측되었다. Excel의 경우에는 학습해야 할 NGOMSL 문장은 총 51개이고, 학습해야 할 LTM Chunk는 없다. 그러므로 총 학습시간은 867초로 예측되었다. 최초 GOMS 모델링에서 Excel을 이용한 단순회귀분석 작업이 총 수행시간뿐만 아니라 총 학습시간도 SPSS를 이용한 단순회귀분석 작업보다 오래 걸리는 것으로 예측되었다.

2. 3. Empirical Test

최초 GOMS모형을 이용하여 얻은 결과가 실제 사람이 수행한 결과와 얼마나 일치하는지를 비교하기 위하여 Empirical Test를 실시하였다. 실험은 통계 소프트웨어에 능숙한 대학원생 7명을 대상으로 실시하였고, 이들의 평균 나이는 23.5(±3.74)세였다. 피실험자들이 수행할 작업은 GOMS 모델링의 대상이 된 SPSS와 Excel을 이용한 단순회귀 분석 작업이다. 먼저 피실험자들에게 SPSS와 Excel을 이용한 단순회귀분석 작업 과정을 자세하게 알려준 후, 에러를 유발하지 않는 상태를 위하여 3~4회의 연습을 수행하도록 하였다. 피실험자들의 작업 수행 과정 및 시간은 Macro Wizard를 통하여 기록하였다.

2. 3. 1. Empirical Test 결과

7명의 피실험자들에 대한 Empirical Test 결과는 다음과 같다(표 6). SPSS의 경우 단순회귀분석을 실시하는데 평균 16.26초가 소요됐으며, Excel의 경우에는 평균 19.66초가 소요되었다. 단순회귀분석의 경우 SPSS를 이용한 작업이 Excel을 이용한 작업보다 3.4초 빠른 수행시간을 보였다.

표 6. Empirical Test 결과 평균 총 수행시간(msec)

| | SPSS | Excel |
|-----------|-------|-------|
| 평균 총 수행시간 | 16261 | 19661 |

2. 3. 2. 토의

최초 GOMS모델링 결과는 SPSS를 이용한 단순회귀분석 작업이 Excel을 이용한 작업보다 더 빠르다는 Empirical Test 결과와 일치하였다. 그리고 SPSS와 Excel을 이용한 작업 수행시간의 차이 역시 약 3초로 Empirical Test 결과와 거의 일치하였다. 하지만, GOMS 모델링을 통해 예측된 총 수행시간과 실험을 통해 얻은 총 수행시간의 차이는 매우 컸다. 이러한 총 수행시간의 차이가 어디서 발생하는지를 알아보기 위해 세부 작업 별로 수행시간을 분석하였다.

표 7에서도 알 수 있듯이 정도의 차이는 있지만 SPSS, Excel에 관계없이 모든 작업에서 GOMS 모델에 의해 예측된 수행시간이 실제 사람이 수행한 시간보다 월등히 길었다. SPSS의 경우 실제 사람이 수행한 시간보다 GOMS 모델의 결과가 거의 2배 이상 길었고, Excel 역시 1.8배 이상 차이가 났다.

표 7. 최초 GOMS 모델링 결과와 Empirical Test 결과의 작업 별 비교 (단위: msec)

| 작업 | SPSS | | | Excel | | |
|----|----------|---------------|-------|----------|---------------|-------|
| | GOMS 데이터 | Empirical 데이터 | 오차 비율 | GOMS 데이터 | Empirical 데이터 | 오차 비율 |
| 1 | 8350 | 5020 | 66% | 12600 | 9252 | 36% |
| 2 | 12200 | 5082 | 140% | 20000 | 8272 | 142% |
| 3 | 9500 | 4634 | 105% | 3200 | 2136 | 50% |
| 4 | 2800 | 1525 | 84% | | | |
| 계 | 32850 | 16261 | 102% | 35800 | 19661 | 82% |

특히, SPSS와 Excel의 경우 모두 작업 2에서 가장 큰 차이를 나타내었다. SPSS의 작업 2) 종속변수와 독립변수를 지정하는 단계는 종속변수 클릭, 화살표 클릭, 독립변수 클릭, 화살표 클릭 등 4가지 세부 작업으로 이루어진다. 이는 모두 '분석'이라는 메인 메뉴 중 가장 하위 메뉴인 '선행'을 선택한 이후 생성되는 선형회귀분석의 작은 팝업 창에서 이루어지는 작업이다. 이러한 팝업 창에서 작업을 할 경우에는 선택 가능한 다양한 대상이 인간의 Useful Field of View에 들어올 뿐만 아니라 마우스를 이용한 커서의 이동거리도 매우 제한적이다. NGOMSL 모델에서는 대상을 바라보는 시간(Look_for_object, 1200ms), 마우스를 이동하는 시간(Point_to, 100ms) 등을 처음에 결정되어 있는 값으로 일괄되게 적용을 한다. 하지만 실제 사람의 수행에서는 작은 팝업 창에서 대상을 바라보는 시간은 매우 짧을 것이며, 마우스를 이동하는 시간 역시 거리에 따라 달라질 것이다. 그리고 눈-손 협업과정에 의하여 눈 움직임 작업과 손 움직임 작업이 병렬적 과정으로 나타날 것이다.

Excel의 작업 2) 종속변수와 독립변수를 지정하는 단계는 Y축 입력범위 클릭, Y축 입력범위 드래그로 지정, 엔터키 입력, X축 입력범위 클릭, X축 입력범위 드래그로 지정, 엔터키 입력 등의 6가지 세부 작업으로 이루어져 있다. 이 작업은 앞서 분석한 SPSS의 작업 2와 마찬가지로 종속변수와 독립변수의 구간을 지정하는 작업이다. Excel에서도 SPSS처럼 회귀분석의 팝업 창이 떠서 종속변수와 독립변수를 지정하는데, 클릭만으로 변수를 지정을 했던 SPSS와는 다르게 변수의 구간을 마우스 드래그로 지정해야 한다. 여기에서도 마찬가지로 대상을 바라보는 시간(Look_for_object, 1200ms), 마우스를 이동하는 시간(Point_to, 100ms), 마우스 버튼을 누른 채로 유지하는 시간(Hold_down, 100ms) 등을 처음에 결정되어 있는 값으로 일괄되게 적용하는, 실제 사람의 수행과정과 NGOMSL 모델의 차이점이 있다. 이러한 문제점은 다른 모든 작업에서도 공통적으로 나타나며, 이것이 GOMS 모델 결과의 총 수행시간이 실제 사람의 총 수행 시간보다 훨씬 긴 이유이다.

반면, Excel의 작업 1) 분석 방법을 선택하는 단계에서는 다른 작업과 다르게 GOMS 모델링의 결과와 Empirical Test

결과의 차이가 상대적으로 적었다. Excel의 작업 1은 데이터 클릭, 데이터분석 클릭, 회귀분석 클릭, 확인 클릭 등 4가지 세부 작업으로 이루어져 있다. 그런데, 첫 번째 작업인 ‘데이터 클릭’은 화면 상단에 있는 7개의 메인 메뉴 중 하나를 선택하는 작업이고, 두 번째 작업인 ‘데이터분석 클릭’은 데이터를 클릭 후 전환된 20개가 넘는 하위 메뉴 중 하나를 선택하는 작업이었다. 또 세 번째 작업인 ‘회귀분석 클릭’은 데이터분석 클릭 이후 나타나는 팝업 창에 있는 19개의 하위 메뉴 중 하나를 선택하는 작업이었다. 이와 같이 Excel의 작업 1은 다른 작업들과 다르게 상당히 많은 선택 가능한 대안들 중에서 하나를 선택하는 작업이다. 이로 인해 실제 사람의 수행 과정에서도 상당히 많은 시간이 소요되었다. 이는 선택 가능의 대안의 수에 비례하여 선택 반응 시간이 증가한다는 Hick-Hyman Law와 일치하는 결과이며, 이러한 이유 때문에 GOMS 모델링의 결과와 Empirical Test 결과가 큰 차이가 없는 것으로 생각된다.

2. 4. 개선된 GOMS 모델

2. 4. 1. 개선된 GOMS 모델링

SPSS와 Excel을 이용한 단순회귀분석 작업의 최초 GOMS 모델링의 결과와 실제 사람의 수행 결과를 비교하여 보니, 총 수행시간뿐만 아니라 인간의 수행 과정과 이것을 나타내는 NGOMSL의 기본적인 Methods의 표현 방식에도 큰 차이가 있었다. 따라서 개선된 GOMS 모델링을 통하여 실제 인간의 수행과정과 유사하게 모델링 하였다. 실제 인간의 수행과정과 유사한 NGOMSL의 과정으로 Methods를 표현하기 위하여 두 가지 가정을 두었다.

첫째, GOMS 모델링의 가정에 따라 사용자는 숙련자이기 때문에 전체 화면 또는 팝업창을 보고 자신이 수행하고자 하는 작업에 따라 클릭하고자 하는 대상이 어디 있는지를 LTM로부터 불러낸다.

둘째, 사용자는 숙련자이기 때문에 눈-손 협업과정이 나타나며, 눈이 이동 하는 순간과 손이 움직이는 순간이 거의 일치하고, 눈의 움직임은 손의 움직임이 끝나기 전에 끝난다.

위의 가정에 따라 최초 GOMS 모델에서 전체 화면 또는 팝업 창을 보는 Visual Operators 다음, 각각의 작업 중 Manual Operators를 수행하기 바로 직전에 자신이 수행하고자 하는 작업에 대한 정보를 LTM에서 불러오는 Mental Operators를 추가하였다. 그리고 그 외의 다른 모든 Visual Operators는 제거하였다.

2. 4. 2. 개선된 GOMS 모델의 결과 및 분석

(1) Operators의 구성

개선된 GOMS 모델을 구성하고 있는 Operators는 표 8과 같다.

표 8. 개선된 GOMS 모델을 구성하고 있는 Operators

| Operators | | SPSS | Excel |
|-------------------------------------|-------------------------------|------|-------|
| Manual Operators | Keystroke | 0 | 2 |
| | Click | 10 | 7 |
| | Hold_down | 0 | 2 |
| | Release | 0 | 2 |
| | Point_to | 11 | 11 |
| | Home_to | 0 | 0 |
| Visual Operators | Look_for_object_whose | 3 | 3 |
| | Accomplish_goal | 4 | 3 |
| | Return_with_goal_accomplished | 5 | 4 |
| Standard Primitive Mental Operators | Memory storage and retrieval | 3 | 2 |
| | Verify | 1 | 1 |
| Analyst-Defined Mental Operators | | | |

SPSS의 경우 최초 GOMS 모델 보다 10개가 적은 총 24개의 External Operators로 구성되어 있다. 마우스를 이용하여 커서를 움직이고, 클릭을 하는 등의 21개의 Manual Operators는 같지만, 개선된 GOMS 모델의 가정에 의해 전체 화면 또는 팝업 창을 보는 것 이외의 모든 Visual Operators는 제거되었기 때문이다. 반면, LTM에서 정보를 이끌어내는 Standard Primitive Mental Operators가 3개 증가하여 총 13개의 Internal Operators로 구성되어 있다.

Excel의 경우에도 마찬가지로 전체 화면 또는 팝업 창을 보는 것 이외 10개의 모든 Visual Operators는 제거되었고, LTM에서 정보를 이끌어내는 Standard Primitive Mental Operators가 2개가 추가되었다. Excel을 이용한 선형회귀분석의 개선된 GOMS 모델은 27개의 External Operators와 10개의 Internal Operators로 구성되어 있다.

(2) 총 수행시간 예측

총 수행시간 측면에서 개선된 GOMS 모델링의 결과는 표 9와 같다. SPSS를 이용한 총 수행시간은 25,05초로 예측되었고, Excel을 이용한 총 수행시간은 25,8초로 예측되었다. 총 수행 시간의 측면에서는 SPSS를 이용한 단순회귀분석과 Excel을 이용한 단순회귀분석은 큰 차이가 없었다.

표 9. 개선된 GOMS 모델링을 통해 예측된 총 수행시간 (msec)

| 작업 | SPSS | Excel |
|--------------------------------|-------|-------|
| 1 | 5750 | 8700 |
| 2 | 8300 | 12600 |
| 3 | 6900 | 3200 |
| 4 | 2800 | |
| 결과 확인 | 1300 | 1300 |
| Predicted Total Execution Time | 25050 | 25800 |

(3) 학습시간 예측

개선된 GOMS 모델에서도 Gong이 정의한 학습시간 파라미터를 가지고 학습시간을 예측하였다[5]. 그 결과는 표 10과 같다.

표 10. 개선된 GOMS 모델링을 통해 예측된 총 학습시간 (sec)

| | SPSS | Excel |
|--|------|-------|
| # of NGOMSL Statements to be Learned | 42 | 40 |
| # of LTM Chunks to be Learned | 3 | 2 |
| Predicted Pure Procedure Learning Time | 732 | 692 |

SPSS의 경우 학습해야 할 NGOMSL 문장은 총 42개이고, 학습해야 할 LTM Chunk는 3개로 총 학습시간은 732초로 예측되었다. Excel의 경우에는 학습해야 할 NGOMSL 문장은 총 40개이고, 학습해야 할 LTM Chunk는 2개로 총 학습시간은 692초로 예측되었다. 개선된 GOMS 모델에서 총 수행시간은 큰 차이가 없었지만, Excel을 이용한 단순회귀분석 작업의 학습시간이 SPSS를 이용한 단순회귀분석 작업의 학습시간보다 덜 걸리는 것으로 예측되었다.

2. 4. 3. 토의

개선된 GOMS모델에 의해 예측된 총 수행시간은 최초 GOMS모델에 의해 예측된 총 수행시간에 비하여 실제 사람의 수행 시간과 가깝게 단축되었다(그림 1, 그림 2, 표 11). SPSS의 경우에는 9.1초 단축되었고 11.3초 단축되었다.

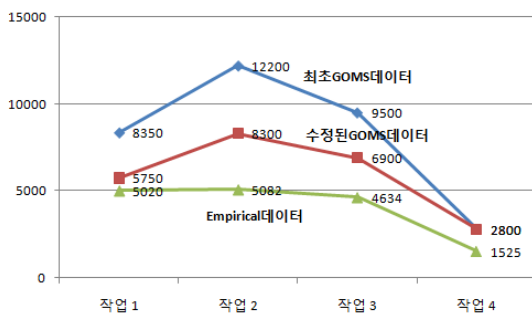


그림 1. SPSS를 이용한 단순 회귀분석 수행 시간

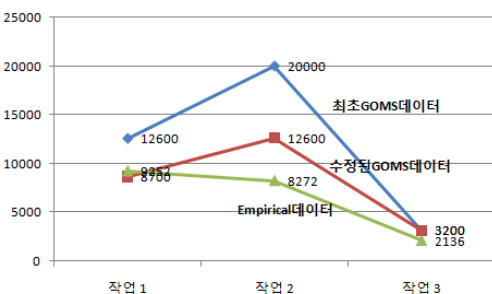


그림 2. Excel를 이용한 단순 회귀분석 수행 시간

표 11. GOMS모델 결과와 실제 사람이 수행한 결과의 작업 별 비교 (msec)

| 작업 | SPSS | | | Excel | | |
|----|-------------|--------------|---------------|-------------|--------------|---------------|
| | 최초 GOMS 데이터 | 개선된 GOMS 데이터 | Empirical 데이터 | 최초 GOMS 데이터 | 개선된 GOMS 데이터 | Empirical 데이터 |
| 1 | 8350 | 5750 | 5020 | 12600 | 8700 | 9252 |
| 2 | 12200 | 8300 | 5082 | 20000 | 12600 | 8272 |
| 3 | 9500 | 6900 | 4634 | 3200 | 3200 | 2136 |
| 4 | 2800 | 2800 | 1525 | | | |
| 계 | 32850 | 23750 | 16261 | 35800 | 24500 | 19661 |

즉, SPSS를 이용한 단순회귀분석의 총 수행시간은 25.05초로 예측되었고, Excel을 이용한 단순회귀분석의 총 수행시간은 25.8초로 예측되었다. 개선된 GOMS모델의 결과는 총 수행시간 측면에서 거의 차이가 없긴 하지만, SPSS를 이용한 단순회귀분석 작업이 Excel을 이용한 작업보다 더 빠르다는 Empirical Test 결과와 일치하였다.

SPSS의 경우, 작업 1) 분석 방법을 선택하는 단계에서 개선된 GOMS의 결과(5750ms)는 Empirical 데이터(5020ms)와 거의 유사하게 예측되었다. 이는 작업 1)에서와 같이 Manual Operators의 수가 적은 경우 개선된 GOMS 모델링을 위하여 제시한 두 가지 가정이 적합함을 의미한다.

반면, Excel의 경우 작업 1)에서 Empirical 데이터(9252ms) 보다 개선된 GOMS의 결과(8700ms)가 더 짧게 예측되었다. 이는 개선된 GOMS 모델링을 위하여 제시한 두 가지 가정이 실제 사람의 수행과정에서 나타나는 선택 가능의 대안의 수에 비례하여 선택 반응 시간의 증가(Hick-Hyman Law) 현상을 제대로 반영하지 못했음을 의미한다.

개선된 GOMS모델에 의해 예측된 총 수행시간은 실제 사람의 수행 시간과 비슷하게 많이 단축되긴 하였지만, 어느 정도의 시간차가 존재한다. 총 수행시간 차이의 대부분은 작업 2, 작업3, 작업 4에서 발생하였다. 이러한 차이의 원인은 3가지를 들 수 있다. 첫째, 이는 대상을 바라보는 시간(Look_for_object, 1200ms), 마우스를 이동하는 시간(Point_to, 100ms), 마우스 버튼을 누른 채로 유지하는 시간(Hold_down, 100ms) 등, Manual Operators에 대해 처음에 결정되어 있는 수행시간 값으로 일괄되게 적용 하기 때문이다. 둘째, Manual Operators에 대해 처음 결정되어 있는 수행시간 값들은 1980년대 Card, Moran, and Newell[6], Olson and Nilsen[7], John and Newell[8] 등에 의해 관찰되고 결정된 값들을 기본으로 하고 있다. 하지만 수십 년이 지난 지금, 컴퓨터는 삶의 일부가 되었고 그 만큼 많은 사람들이 컴퓨터적업에 익숙해 졌다. 그러므로 실제 Manual Operators의 수행시간은 GOMS 모델에 결정되어 있는 값들보다 빠를 것이다. 셋째, 눈-손 협업과정 이외에도 External

Operators와 Internal Operators를 포함한 여러 Operators사이에서 병렬적 처리과정이 나타나기 때문이다.

GOMS 모델을 통해 예측된 학습시간을 보면 최초 GOMS 모델에서는 Excel의 경우(867sec)가 SPSS의 경우(833sec)보다 더 길었다. 하지만 개선된 GOMS 모델에서는 Excel의 경우(692sec)가 SPSS의 경우(732sec)보다 더 짧은 학습시간이 예측되었다. 이는 SPSS보다 Excel의 경우 학습해야 할 더 많은 NGOMSL 문장이 개선된 GOMS 모델링을 위하여 제시한 가정에 의하여 학습해야 할 더 적은 LTM Chunk로 전환됐기 때문이다.

3. 결론

본 연구를 통하여 얻을 수 있는 결론은 다음과 같다.

첫째, Manual Operators에 대하여 고정된 설정 값 때문에 실제 총 수행시간과 GOMS에 의해 예측된 총 수행시간 사이에 차이가 있긴 하지만, 인터페이스의 상대적인 사용성을 평가할 수 있는 도구가 될 수 있다. GOMS를 이용하게 되면 짧은 시간에 적은 비용으로 실제 사람을 대상으로 실험을 실시하지 않아도 정량적인 데이터를 바탕으로 사용성을 평가할 수 있다.

둘째, 본 연구에서 나타난 NGOMSL의 큰 한계는 Operators의 수행 시간에 대하여 고정된 설정 값을 사용하고 있다는 것이다. 이는 GOMS 모델링의 결과가 실제 사람의 수행 결과와 차이를 나게 하는 원인 중 하나이다. 그러므로 적합한 Operators의 수행시간을 위하여 실제 사람들의 Operators의 수행 시간에 대하여 추가적인 관찰과 측정이 필요하다.

그리고 NGOMSL은 GOMS Family 중에서 가장 많은 정보를 얻을 수 있지만, 가장 큰 제한점은 순차적 처리 구조를 기본으로 하고 있다는 것이다. 하지만 본 연구 결과에서도 알 수 있듯이 인간의 Operators의 처리 과정에서 많은 부분이 병렬적으로 처리된다. 그러므로 병렬적 처리과정에 대한 분석이 가능한 Computational-GOMS 모델링에 대한 연구가 필요하다.

참고문헌

- [1] R. Nickerson and T. Landauer, Human-computer Interaction: Background and Issues, Handbook of Human-Computer Interaction, 2nd Ed, Elsevier Science BV, 1997.
- [2] W. O. Galitz, The Essential Guide to User Interface Design, 2nd Ed., John Wiley & Sons, Inc., New York, USA, 2002.
- [3] B. E. John and D. E. Kieras, "Using GOMS for User Interface Design and Evaluation: Which Technique?", Comm. ACM, Computer-Human Interaction, Vol. 3, No. 4, pp. 287-319, 1996.
- [4] John, B. E. and Kieras, D. E., "The GOMS Family of User Interface Analysis Techniques: Comparison and Contrasts" Comm. ACM, Proc. Computer-Human Interaction, Vol. 3, No. 4, pp. 320-351, 1996
- [5] R. Gong., "Validating and Refining the GOMS Model Methodology for Software User Interface Design and Evaluation", Doctoral(Ph.D) dissertation., University of Michigan, 1993.
- [6] S. K., Card, T. P. Moran and A., Newell, The psychology of human-computer interaction, 1st Ed., Lawrence Erlbaum Associates, Inc., Hillsdale, NJ, USA, 1983.
- [7] J. R. Olson and E. Nilsen, "Analysis of the cognition involved in spreadsheet software interaction", Proc. Human-Computer Interaction, Vol. 3, pp. 309-350, 1988.
- [8] John, B.E., & Newell, A., "Calculating the science of HCI: From S-R compatibility to transcription typing". Comm., ACM, Proc. CHI '89 Conference on Human Factors in Computing Systems, pp. 109-114, 1989.