Journal of the Ergonomics Society of Korea
Vol. 18, No. 1 1999.4

Electronic Information Guide 메뉴 구조가 정보검색에 미치는 영향

The effect of menu structure for electronic information guide on information search

오 창 영* · 정 찬 섭*

ABSTRACT

The effect of menu width and depth on the efficiency of information search and menu preference was investigated to identify an optimal menu structure for EIG which reflects the characteristics of human information processing. Information search time increased stepwisely as the menu width exceeded 6 items and linearly as the level of menu depth increased. The linear relationship between the error rate and the number of depth levels seems to be caused by the increase in the items to be remembered. When a menu structure was constructed by combining different menu depths and widths, it was observed that making the menu width wider rather than the depth deeper allows better information search. The menu structure rated as the most preferable and the easiest to user was that of pyramidal form. Such a result seems to come from its structural similarity to general categories which people get used to and implies that one should consider user preference as well as efficiency of search when he/she designs an EIG menu.

* 연세대학교 인지과학 협동과정

1. 서 론

Electronic Information Guide (EIG)란 인터넷 TV 조작을 통해 정보를 용이하게 접근 및 검색할 수 있도록 하는 일종의 정보 접근 수단이다. 미래의 TV에서 제공되는 정보를 PC 작동과 유사한 방식으로 접근하기 위해서는 EIG를 설계하는데 있어서 사용의 편이성을 가장 먼저 고려하여, 정보검색자가 단지 버튼을 누름으로써 검색을 진행할 수 있고 사전 지식이 필요하지 않으며(Paap & Roske-Hofstrand ,1988; Shneiderman, 1993), 즉각적인 피드백이 가능한 메뉴 선택방식이 EIG의 인터페이스 방식으로 채택되어야 한다.

메뉴 선택 방식의 EIG를 디자인할 때에는 사용의 편이성, 메뉴 항목의 위계적인 배열에 따른 항목간의 경계, 그리고 메뉴 구조를 고려해야한다. EIG 메뉴 구조는 자료의 수형 구조(tree structure)와 유사하게 생각될 수 있다. 자료의 구조가 상위 개념에서 하위 개념으로 위계적으로 분류될 수 있는 것처럼, 메뉴의 구조도 상위 개념(혹은 기능)으로부터 하위 개념으로 위계적으로 구성될 수 있다. EIG 메뉴 구조를 구성함에 있어서 중요한 것은 검색할 정보의 내용에 종속되지 않고, 보편적으로 적용될 수 있는 최적의 메뉴 너비와 깊이 수준을 결정하는 것이다.

1.1 EIG 메뉴 구성을 위해 고려해야 할 변인

위계적으로 구성된 EIG 메뉴를 탐색하여 원하는 목표 정보를 얻기 위해서는, 화면에 제시된 메뉴 항목들 중 하나를 선택해야 하므로 각 메뉴 항목의 의미나 기능에 대한 정보처리가 선행되어야 한다. 정보처리 관점에서 정보의 탐색과정은 시스템과 인간 정보처리의 특성, 두 측면을 함께 고려해야 한다.

인간과 컴퓨터의 상호작용에 있어서, 인간 정보처리의 특성에서는 작업기억 용량(working memory capacity)의 제약과 심적 처리 부담(mental workload)을 고려하여야 한다. 컴퓨터를 통해 과제를 수행하는 동안, 인간의 기억내에 유지되어야 하는 정보는 사용자의 현재 행위에 적절한 일시적인 변수(메뉴 명), 하위 목표, 현재의 반응(시스템 내에서 사용자의 현재 위치) 그리고 컴퓨터의 현재 상태 등이다 (Hitch, 1987). Miller(1956)는 작업기억 용량 혹은 일시적으로 기억내에 유지될 수 있는 정보의 크기를 7±2 청크(chunk, 정보의 단위)라고 하였다. 시스템과의 상호작용에 있어 인간 작업기억 용량을 고려해야 하는 이유는 복잡한 과제를 수행할 때, 추가적인 저장 부담이 작업용량의 크기보다 적을 때에는 간섭 효과(interference effect)가 거의 일어나지 않기 때문이다(Baddeley and Hitch, 1974; Hitch, 1987). 심적부담에 대해 일반적으로 받아들여지는 정의는 없으나(McCloy, Derrick, and Wickens, 1983), 인간의 가용한 자원과 과제가 요구하는 자원의 양에 따라 심적부담은 변할 수 있다는 기본 개념에는 대부분의 연구자들이 일치된 견해를 보인다. 수행과제에 대한 심적부담을 측정하기 위한 방법으로는 일차과제 측정, 이차과제 측정, 생리적 측정 그리고 주관적 측정법이 있다(Sanders

& McCormick, 1992). 일반적인 정보검색 상황하에서 심적부담을 측정하려면 4 가지 측정법들 중, 과제 수행시간을 비교하는 일차과제 측정법과 사용자가 난이도를 평정하는 주관적 측정법이 적합하다.

시스템 측면에서는 메뉴의 너비와 깊이 구조, 그리고 둘 간의 상보(trade-off) 관계에 대해 고려하여야 한다. 메뉴의 너비 구조(width structure)란, 한 화면에 제시되는 메뉴 항목들로서, 그 중 하나를 통하여 목표 정보에 도달할 수 있도록 동시에 제시되는 정보의 양으로 볼 수 있다. 사용자가 각 메뉴 항목이 목표 로 향하는 올바른 선택인지를 판단하는 동안에, 제시되는 정보의 양이 작업 용량을 초과하는 경우 처리부담으로 인하여 정보처리 효율성이 감소할 수 있다. 정보처리의 효율성 감소는 정보검색 수행시간과 오류율의 증가로 나타난다. 메뉴의 깊이 구조(depth structure)란, 항목들이 위계적으로 배열된 수형구조(tree structure)에서 목표 정보에 도달하기 위해 최상위 수준에서 최하위 수준까지 선택해야 하는 항목 수로서, 순차적으로 처리해야 하는 정보량으로 볼 수 있다. 깊이 수준이 증가함에 따라, 사용자는 최상위 수준부터 최하위에 있는 목표에 이르기까지 순차적인 판단과 선택을 하여야 한다. 원하는 목표 정보를 정확히 탐색하기 위해서, 그리고 잘못된 선택을 효과적으로 정정하기 위해서, 사용자는 자신이 선택했던 경로에 대한 정보를 유지하고 있어야 한다. 경로 정보는 현재의 판단과 선택에 대한 맥락을 제공해 주고 올바른 목표로 향한 안내 역할을 한다. 그러나 깊이 수준이 증가됨에 따라 경로 정보가 누적되면 사용자에게 처리부담을 줄 수 있으며, 이것이 곧 검색과제의 수행을 저하시킬 수 있다. 너비와 깊이를 조합하여 최적 메뉴를 구성하려면 너비와 깊이 수준의 상보적 관계(trade-off)를 고려해야 한다. 너비와 깊이의 상보적 관계란, 한 화면에 제시된 대안들(메뉴의 너비) 중 올바른 항목을 판단하는 데 소요되는 시간과, 깊이 수준이 증가됨에 따라 선택하는 데 소요되는 시간간의 관계를 말한다. 위계적인 메뉴에서 최하위 수준의 항목수가 동일한 경우, 한 화면에 제시되는 대안들의 수를 감소시키면 올바른 항목을 판단하는 데 소요되는 시간은 감소하지만, 깊이 수준이 증가됨에 따라 선택해야 할 전체 횟수는 증가한다. 반대로 한 화면에 제시되는 대안들의 수를 증가시키면 목표 정보를 향한 올바른 항목인지에 대한 판단시간은 증가하지만, 깊이 수준이 감소됨에 따라 총 선택 횟수는 감소한다. 이와 같이 너비와 깊이 구조의 상보적 관계는 다양한 정보검색 과제의 수행에 영향을 준다(Kiger, 1984). 너비와 깊이의 상보적 관계에 대한 대부분의 실험 연구들은 검색과제의 수행속도와 정확성을 관찰하였다(McEwan 1981, Norman & Chin 1988). Norman 등의 연구는 특정 분야에서 항목들을 추출하여 메뉴 항목명을 구성하였기 때문에, 사용자가 메뉴 구성 방식에 대한 사전 지식을 가지고 있어야 했다. 그러나 이와 같은 정보검색 메뉴의 최적 구조에 대한 특정분야의 연구 결과가 다른 분야에도 보편적으로 적용되기 위해서는, 사용자가 메뉴 구조나 항목에 대한 사전지식을 가지고 있지 않아도 용이하게 정보를 검색할 수 있도록 메뉴가 구성되어야 한다. 한가지 유념해야 하는 것은 검

색의 효율성은 최적 메뉴가 지니는 한가지 속성에 불과하다는 것이다. 메뉴 너비와 깊이 수준의 상보적 관계에 대한 연구를 통하여 최적 메뉴를 설계하려면 사용자의 검색수행뿐만 아니라 사용 편이성에 따른 메뉴 선호도도 고려하여야 한다. 사용자는 검색상황에 따라 메뉴에 대한 기대를 가지게 된다. 메뉴에 대한 사용자의 기대는 검색 대상인 세상의 지식구조나 자료 구조와 부합되는 위계적인 구조를 선호할 것으로 추론된다. Kiger(1984)는 정보검색 메뉴의 선호도와 수행의 효율성을 비교하는 실험 연구 결과를 통하여, 사용자가 선호하는 메뉴 구조에서 검색수행이 뛰어나며, 검색수행은 메뉴의 너비보다는 깊이에 의해 더 영향을 받는다고 주장하였다. 그러나 Kiger의 실험 연구는 너비와 깊이 수준에 따른 사용자의 처리부담을 고려하지 않고 임의로 메뉴를 조합하여 검색수행과 선호도를 조사하였기 때문에 체계성과 일반화 가능성이 결여되어 있다. 인간의 정보처리 특성에 근거하여 최적 너비와 깊이 수준을 조합한 메뉴에서의 수행과 선호도를 비교하기 위해서는, 메뉴와 검색시간 변화의 함수적 관계에 대한 이론적 고찰이 필요하다.

1.2 메뉴 구조 탐색 모형

검색시간의 함수로서 메뉴 구조를 결정하기 위해 Lee와 MacGregor(1985)는 검색시간을 대안들의 수에 대한 선형 함수, 즉 항목들의 수와 한 항목의 읽기 시간의 곱 〔R = E(n)*t + k + c〕 [7] 으로 나타내었다. 메뉴와 검색시간의 관계를 파악하는데 있어서, 선형 모형은 사용자의 정보처리 특성에 따른 작업용량과 처리부담을 고려하지 않았기 때문에, 목표 항목에 대한 탐색과정을 항목의 읽기 시간과 반응키 조작시간의 관계로 단순화했다는 점에 그 한계가 있다. 메뉴와 검색시간 사이의 함수적 관계를 파악하려면, 제시된 정보량과 사용자가 효율적으로 처리할 수 있는 정보량간의 관계를 고려하여야 한다. 정보처리자가 하나의 올바른 판단과 선택을 하려면 대안들에 대한 정보를 의식 내에 유지하고 있어야 하기 때문에, 처리해야 할 정보량의 증가에 따른 사용자의 작업용량의 제약이 문제된다. 작업용량의 제약과 정보검색 수행간의 관계를 알기 위해서는 메뉴의 너비와 깊이 수준을 변화시킴에 따라 검색시간이 어떻게 변화하는가를 관찰하여야 한다.

작업 용량의 제약에 따른 심적 처리부담의 효과로 최적의 메뉴를 연구하기 위한 기본가정은 메뉴는 정보의 종류에 따라 최적 너비와 깊이 수준을 가지고 있고, 목표를 탐색하여 반응하는 데 소요되는 탐색 반응시간은 작업 용량의 제약을 받으며, 메뉴의 탐색 반응시간에서 작업 용량의 제약에 따른 처리부담은 각 너비와 깊이의 수준 수에 따른 반응시간으로 추정될 수 있다는 것이다.

위와 같은 기본가정 하에 너비 항목수가 증가함에 따라 대안들 중 하나를 선택하는 데 소요되는 반응시간을 산출하는 공식은 다음과 같이 수정될 수 있다.

---

7) R = 한 화면에 제시되는 목표 항목에 대한 선택반응시간, E(n) = 탐색과정 동안 읽은 항목 수의 기대값,
t = 항목 당 읽기 시간, k = 반응키를 누르는 시간, c = 컴퓨터 반응시간

$R = E(n)*t + k + c$, $n <= \theta$ — ①

$R = E(n)*t + k + c + \alpha$, $n > \theta$ [8] — ②

수정된 위 공식이 의미하는 것은, 정보 처리를 요구하는 메뉴 항목수가 작업 용량의 역치 이하일 때에는 항목 수가 증가하면, 항목을 읽기 위해 소요되는 시간이 증가하기 때문에 선택 반응시간이 항목 수에 비례하여 일정하게 증가하지만, 역치 이상일 때에는 항목 수의 증가에 따른 읽기 시간의 증가와 함께 처리부담이 작용하여 선택 반응시간에 영향을 준다는 것이다. 너비와 더불어 깊이 수준의 증가에 따른 총 반응시간의 함수는 다음과 같이 수정될 수 있다. 너비가 일정하다고 가정할 때, 목표 정보를 선택하기 위한 반응시간을 산출하는 공식은 아래 식과 같다.

$$R = d * [\, E(n)t + k + c \,] \quad , d <= \theta$$

---③

$$R = d * \beta * [\, E(n)t + k + c \,] \quad , d > \theta$$ [9]

---④

메뉴 너비 항목수의 증가와 마찬가지로, 메뉴 깊이도 역치에 해당하는 깊이수준 이상일 때 목표 선택 반응시간의 변화량이 증가한다는 것을 반영하고 있다. 메뉴의 너비와 깊이 수준에 따른 검색 수행시간의 함수적 관계를 각각 분리하여 예측하여 보았으나, 실제 위계적 메뉴를 탐색할 때 검색시간과 작업용량의 제약에 따른 처리부담은 너비와 깊이 수준의 조합에 따라 달라질 수 있을 것이다.

2. 최적 EIG 메뉴 구성을 위한 연구문제

인터넷 TV 정보검색을 위한 EIG 메뉴를 설계하려면, 메뉴의 너비와 깊이 및 그 둘 간의 상보적 관계가 검색시간과 정확성에 미치는 효과와 특정 메뉴 구조에 대한 사용자의 선호도를 조사하여야 한다. 이러한 목적을 위해서 실험 1에서는 EIG 메뉴에서 너비 항목수의 증가에 따른 검색시간의 변화와 정확율을 알아보았고, 실험 2에서는 메뉴의 깊이 수준이 증가함에 따른 검색시간의 변화와 정확율을 비교해보았다. 실험 3에서는 메뉴 너비와 깊이 수준간의 상보적 관계를 알아보기 위하여, 메뉴의 최하위 항목 수는 동일하게 유지하면서 메뉴 너비와 깊이 수준을 변화시켜 검색시간과 정확율을 관찰하고, 메뉴 선호도와 사용 난이도를 조사하였다.

2.1 실험 1.

실험 1에서는 메뉴 너비가 증가함에 따라 처리부담의 효과를 반영한 정보검색 수행이 어떻게 달라지는가를 알아보았다. 한 화면에 제시되는 메뉴의 너비 항목수가 증가할수록 주어진 검색과제의 처리 시간은 지연될 것으로 예측된다. 검색시간의 증가는 메뉴 항목의 읽기 시간과 목표를 향한 적절한 항목인지에 대한

8) θ = 역치(threshold) , α = 메뉴 항목수가 역치를 초과함에 따라 발생되는 추가적인 정보 처리를 요하는 처리부담

9) d = 메뉴의 깊이 수준 수, β = 메뉴 깊이 수준이 역치를 초과함에 따라 발생되는 추가적인 정보처리를 요하는 처리부담

판단과 선택에 소요되는 시간이 증가하는 것으로 볼 수 있다. 검색시간의 선형모형에 따르면 메뉴 항목수가 증가되면 검색시간도 선형적으로 증가될 것으로 예측되지만, 일정한 너비 이상의 항목이 제시될 때, 작업용량의 제약 때문에 목표 정보의 탐색 시간이 선형모형에서 이탈하여 급격히 증가할 것으로 예상된다.

피험자 연세대학교에서 심리검사법을 수강하는 학부생 20 명이 개별적으로 실험에 참가하였다. 피험자는 개인의 경험에 따른 차이를 최소화하기 위하여, 문서 편집이나 인터넷 검색을 통해 마우스를 사용해 본 경험이 있는 사람만을 대상으로 하였다.

장치 및 재료 실험 자극의 제시와 피험자의 반응 기록 등 모든 절차는 IBM 586 호환 개인용 컴퓨터를 통해 통제되었다. 자극은 17인치 컬러 모니터 화면에 1024×768 해상도로 제시되었고 피험자의 반응은 마우스의 왼쪽 버튼을 클릭함으로써 입력되었다. 피험자가 메뉴 구조를 탐색한 경로와 각 수준별 검색시간은 사용자 log 파일로 저장되었다. 자연스런 정보검색 상황을 가정하여, 실험실 내의 조명은 간접 조명으로 하였고 소음 수준도 조용한 상태에서 피험자가 실험에 몰입할 수 있도록 하였다. 피험자와 컴퓨터 화면간의 거리 및 마우스의 위치 등은 피험자가 편안한 자세로 조정하도록 하였다. 자극재료로서 정보 검색문제와 메뉴 항목은 HTML과 자바 스크립트를 사용하여 작성되었고, 넷스케이프 4.0 버전을 사용하여 컴퓨터 화면에 제시되었다. 메뉴의 너비 조건으로서, 한 화면에 제시되는 메뉴 항목수가 4 개부터 10 개까지로 구성된 총 7 개의 대칭적인 메뉴가 작성되었다. 각 너비 조건에서 깊이는 2 수준으로 동일하였다 (4x4 , 5x5, 6x6, 7x7, 8x8, 9x9, 10x10 구조). 메뉴 구조는 인터넷 TV 검색 상황을 가정하여 교육, 뉴스, 다큐멘터리, 드라마, 스포츠, 영화, 음악, 종교 등의 범주에 속하는 기존의 메뉴 항목들을 수집하여, 그것들을 상위개념과 하위개념의 두 깊이 수준에 구성하였다.

절차 피험자는 실험을 시작하기 전에 인터넷이나 마우스 사용경험 등에 대한 설문지를 작성하고, 실험 방법에 관한 지시문을 읽도록 했다. 주의사항과 절차에 대한 실험자의 간단한 설명을 듣고 난 후, 피험자는 바로 예비시행과 본시행을 시작하였다. 피험자의 과제는 컴퓨터 화면에 제시된 검색문제를 읽고, 빠른 시간 내에 정확한 목표 항목을 찾는 것이었다.

각 시행은 검색문제가 컴퓨터 화면에 제시되면 피험자가 문제를 읽고 마우스로 화면에 제시된 '시작' 단추를 누름에 의해 시작되었다. 피험자가 '시작' 단추를 눌러 메뉴의 최상위 수준이 화면에 제시되면, 그 때부터 검색시간과 탐색경로가 사용자 log 파일에 기록되었다. 한 수준에서 다음 수준으로 검색을 진행할 때마다 수준별 반응시간과 경로가 각각 측정 기록되었다. 각 시행은 목표 항목을 찾아 화면 상단에 위치하는 '찾음' 버튼을 누를 때까지 계속되었다. 피험자가 찾은 정보가 검색문제와 일치하지 않는 경우, 화면 상단에 제시된 HOME이나 BACK 버튼을 눌러 다시 검색을 시작하도록 하였다. 피험자가 찾은 정보가 검색 문제와 일치하는 경우, 찾음 버튼을 누르면 다음 검색 문제가 화면에 제시되었다. 과제의 한 예를 들면, '축구'라는 문제를 읽고 시작 버

튼을 누르면 뉴스, 드라마, 스포츠, 영화 등등의 항목이 나타난다. 피험자가 '스포츠'를 클릭하면 '구기종목', '수상종목' 등등의 항목명이 나타나고, 다시 '구기종목'을 클릭하여 '축구', '야구', '농구' 등의 항목명 중 '축구'를 클릭하고 '찾음' 버튼을 누르면 한 시행이 종료된다. 모든 피험자가 7 개의 메뉴 너비 조건에 따라, 각각 10 개의 정보 검색과제를 수행하였다. 각 피험자 당 4 회의 연습시행과 70 회의 본 시행을 수행하여 총 시행 수는 74 회였다. 70 회의 본 시행에서 정보 검색문제와 그에 따른 메뉴의 순서는 무작위로 (randomize) 제시되었다.

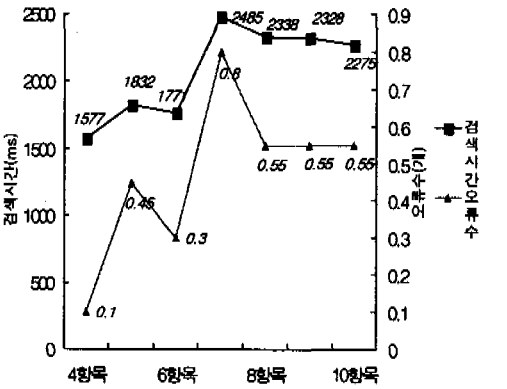

그림1. 너비 항목수에 따른 검색시간과 오류수

결과 및 논의 각 너비 조건에서 주어진 목표 정보를 찾을 때까지 소요된 검색시간 (피험자가 문제를 읽고난 후 버튼을 눌러 목표 항목을 찾을 때까지 소요되는 총 반응시간)과 오류수 (피험자가 탐색한 총 경로수 - 목표를 찾기까지 소요되는 최단 경로수)가 분석되었다. 개별 피험자들의 검색시간 측정치들을 평균하여 반복 측정에 따른 일원 변량 분석을 실시하였다. 메뉴의 너비에 대한 검색시간의 변화를 추세 분석한 결과, 일차성분[F 1,133 = 26.62, p<.001]과 이차성분[F 1,133 = 5.78, p<.05]이 유의미했으므로, 그림 1과 같이 메뉴의 너비가 증가함에 따라 검색시간이 약간의 곡률을 포함하여 증가하는 것을 알 수 있었다. 이러한 결과는 메뉴 항목수와 검색시간의 관계가 일차방정식에 의한 선형 함수로 설명될 수 없음을 시사한다. 너비가 특정 항목 수 이상일 때 검색시간의 유의한 변화가 있었는지 알아보기 위하여 너비 4 - 6 조건과 7 - 10 조건간에 평균검색 시간에 대한 대비 검증 결과, 두 조합간에 유의미한 차이가 있었다[t .05/2,133 = 6.05, p<.001]. 메뉴 너비가 7 항목 이상일 때에는 검색시간이 특히 증가하므로, 한 화면에 제시되는 메뉴 대안들은 6 항목 이하로 제한하여야 함을 알 수 있다. 너비 조건에 따른 오선택 횟수를 집계하여 변량 분석한 결과 평균 오류수의 차이는 유의하지 않았다[F 6,133 = 1.89, p>.05]. 메뉴 항목들이 범주화되어 잘 구성되어 있을 때, 오류수는 메뉴의 너비에 따라 크게 달라지지 않음을 알 수 있었다. 검색시간과 오류수의 결과를 종합하면, 너비가 넓어짐에 따라 검색시간도 증가하지만, Lee와 MacGregor의 선형모형(1985)이나 수정된 모형에 따른 공식 ①과 ② 에서 예상했던 것과는 다른 결과를 얻었다. 탐색모형과 달리 너비가 일정 항목수 이상 증가할 때마다 검색시간이 계단식으로 증가된 결과는 항목의 읽기 시간이나 처리부담의 영향이 검색시간에 선형적으로 반영되지는 않았음을 시사한다. 메뉴 너비가 6 항목보다 많을 때 검색시간이 특히 증가한 것은, 피험자들이

처리해야 할 정보량이 작업용량을 초과하여 제시되었기 때문에 처리부담이 반영된 것으로 볼 수 있다. 메뉴 너비 조건이 변화함에 따라 오류수는 검색시간보다 더 적은 영향을 받으며, 따라서 메뉴의 너비를 구성할 때 오류수는 고려해야 할 중요한 변인이 아님을 시사한다. 이 실험에서는 너비를 10 수준으로 제한하였기 때문에, 그 이상의 너비 조건에서는 검색시간 변화를 관찰할 수 없었으나, 메뉴 항목수가 10 개 이상일 때에는 한 화면내에서의 항목들의 배열 순서나 유사 항목명과의 그룹핑 등 다른 변인이 검색시간에 영향을 줄 것이라고 예측할 수 있다. 자세한 분석을 위해서는 메뉴의 너비 항목수를 더 늘려서 실험해야 할 필요가 있다.

2.2 실험 2.

메뉴의 깊이 수준이 증가함에 따라 정보 검색수행에 어떠한 영향을 주는지 알아보았다. 실험 1과 달리 메뉴의 너비는 모든 조건에서 2 항목으로 통제하고 깊이 수준을 2 수준에서 7 수준까지 변화시키며, 수준별 검색시간과 오류율을 조사하였다.

피험자 연세대학교에서 인지과학 교양과목을 수강하는 학생 20명이 실험에 참가하였다.

장치 및 자극재료 장치 및 자극재료는 실험 1과 동일했다. 실험자극은 깊이를 2 수준부터 7 수준까지 변화시킨 6 개의 메뉴를 구성하였다. 모든 깊이 수준에서 한 화면에 제시되는 메뉴의 너비 항목수는 2 항목으로 동일하였다. 메뉴 항목명은 실험 1과 마찬가지로 단어나 짧은 구를 위계적으로 범주화하여 구성하였다. 각 피험자간 범주화의 차이에 따라 정보검색 수행이 영향을 받을 수 있으므로, 메뉴 항목명은 범주간 경계가 명확하여 누구나 쉽게 메뉴를 따라 목표에 접근할 수 있도록 일반적인 항목으로 구성하였다. 검색문항은 6 깊이 조건 각 10 문항씩 총 60 문항이 작성되었다.

절차 사전 설문과 실험자의 설명 및 예비시행 등 제반 절차는 실험 1과 동일하였다. 실험 2에서는 모든 피험자가 예비시행 4 회와 본 시행 60 회로 총 64개의 검색문제를 탐색하였다. 실험 1과 달리 본 실험에서는 피험자가 메뉴를 검색하는 동안 검색 문제가 화면 하단 bar에 제시되었다.

결과 및 논의 개별 피험자들의 검색 시간 측정치들을 평균하여 반복 측정에 따른 변량분석을 하였다. 그림 2는 메뉴에 따른 평균 검색시간과 오류수의 변화를 나타낸 것이다. 깊이 수준의 변화에 따른 평균 검색시간의 추세 검증 결과 1차 추세는 유의했으나[$F_{1,114} = 514.54$, $p<.001$], 추세로부터의 이탈은 유의하지 않았다[$F_{1,114} = 1.10$, $p>.05$]. Scheffe의 사후검증 결과, 모든 수준에서 유의미한 평균 검색시간의 차이가 관찰되었다. 깊이 수준과 검색시간의 관계를 회귀분석한 결과 회귀방정식 $Y = 1892X - 1410$ [$t_{118, .95} = 22.64$, $p<.001$]을 얻었다. 이 결과로부터 깊이 수준과 검색시간은 선형적인 관계이며, 깊이 수준이 한 수준 증가할 때마다 검색시간이 약 1892 ms 씩 증가함을 알 수 있다. 메뉴의 깊이 수준이 증가하면, 피험자가 목표에 도달하기 위해서 선택해야 하는 횟수가 증가하기 때문에 검색시간의

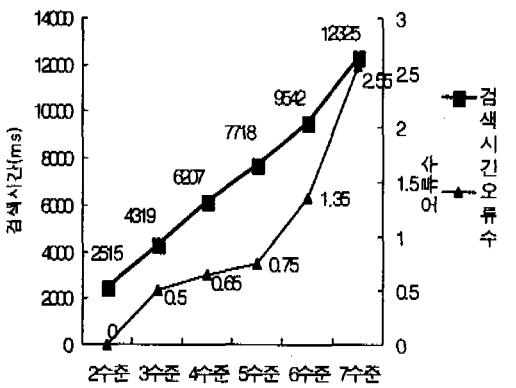

그림2 . 깊이수준에 따른 검색시간과 오류수

증가는 당연한 결과이다. 그러나 예측했던 것과 같이 메뉴의 특정 깊이 수준 이상에서 유의미한 기울기(검색시간의 변화량)의 변화는 관찰할 수 없었다. 오류수를 분석한 결과, 그림 2와 같이 메뉴의 깊이 수준이 증가함에 따라 오류수도 선형적으로 증가하였으며(F 5,114 = 22.31, p<.01), 특히 깊이가 6 수준 이상일 때 유의하게 증가하였다. 검색시간과 오류율 분석 결과를 종합하면, 깊이 수준이 증가함에 따라 검색시간도 선형적으로 증가하나, 특정 수준 이상에서 검색시간의 변화량이 유의미하게 증가하지는 않음을 알 수 있었다. 이 결과는 Lee와 MacGregor (1985)의 선형모형에서 예측한 것과 일치하였으나, 수정된 모형에 따른 공식 ③, ④에서 예측한 것처럼, 특정한 항목수 이상에서 검색시간이 급격히 증가하지는 않았다. 검색시간이 선형성에서 이탈하지 않은 결과는 메뉴의 너비 항목수를 두 수준으로 제한하였기 때문에, 처리부담에 따른 검색시간의 변화량을 반영하지 못하고, 두 대안들 중 하나를 단순히 선택하는 데 소요되는 시간만 반영된 것이 아닌가 한다. 메뉴 깊이가 깊어짐에 따라 오류수가 선형적으로 증가한 결과로 판단할 때, 검색시간의 선형적 증가는 오류 선택횟수에 의해서도 많은 영향을 받은 것으로 추론된다. 메뉴의 탐색 모형은 검색시간 이외에 오류수도 고려하여야 함을 알 수 있었다. 깊이 수준의 변화에 따른 메뉴의 검색 실험 결과, 너비가 두 항목일 때 메뉴 깊이를 5 수준 이하로 제한하는 것이 오류 수를 줄이며, 따라서 전체 검색 효율성을 증가시킴을 알 수 있었다.

이 실험 결과는 너비와 깊이 수준 수를 변화시킨 다양한 메뉴에서 정보검색 수행을 관찰함으로써, 메뉴 너비와 깊이 수준의 최적의 조합을 판단할 수 있으며, 수준수의 증가에 따른 처리부담의 문제를 효과적으로 반영할 수 있음을 시사하였다. 메뉴의 너비 항목수와 깊이 수준의 조합은 실험 1, 2와 같이 정보검색과제의 수행뿐만 아니라 메뉴에 대한 사용자의 선호도 평정도 함께 비교해 볼 필요가 있다.

2.3 실험 3.

본 실험에서는 메뉴 너비와 깊이 수준을 조합하여 구성한 메뉴에서 정보검색 수행과 선호도의 차이를 알아보았다. 각 메뉴에서 정보 검색을 통해 검색 시간과 오류율을 비교하고, 설문을 통해 피험자의 메뉴 선호도와 사용 난이도를 조사하였다. 정보검색 메뉴의 최적 너비와 깊이 수준을 결정하기 위해서는 너비와 깊이를 조합한 다양한 메뉴 구조에서 인간의 정보검색 수행 과정을 관찰하여야 한다. 정보를 검색할 때, 최적 너비와 깊이 수준으로 조합된

메뉴에서 검색시간이 단축되고 오류율이 낮을 것으로 예측된다. 그러나 메뉴 구조에 대한 사용자의 기대가 선호도와 검색의 수행에 서로 다르게 작용할 수 있으므로, 정보검색 수행이 우수한 메뉴에서 사용자의 선호도 또한 반드시 높지는 않을 것으로 예측되었다.

피험자 연세대학교에 재학중인 학생 19명이 실험에 참가하였다. 피험자는 모두 문서편집이나 인터넷 검색을 통해, 마우스를 익숙하게 조작할 수 있었다.

장치 및 자극 장치는 실험 1과 동일하였다. 메뉴 위계에서 최하위 수준의 총 항목수는 64 개로 동일하게 유지하면서 대칭형 구조로 조합될 수 있는 2x2x4x4 구조, 2x4x4x2 구조, 4x2x2x4 구조, 4x4x2x2 구조, 8x4x2 구조, 2x4x8 구조, 8x8 구조 등 7 개 메뉴가 구성되었다. 각 메뉴의 항목명은 실험 1과 마찬가지로 인터넷 검색 상황을 가정하여 단어나 짧은 구를 추출하여 위계적으로 범주화하여 구성하였다. 메뉴 항목명은 최하위 수준의 항목명을 동일하게 하면서 깊이 수준에 따라 한 수준을 추가 혹은 생략함으로써 7개의 서로 다른 메뉴를 구성하였다.

절차 피험자는 실험 절차에 대한 지시문을 읽고난 후, 너비와 깊이 수준을 다르게 구성한 7 개의 메뉴 각각에 대해 모든 피험자가 10 문항의 정보검색 과제를 수행토록 하였다. 연습시행 4 회와 본 시행 70 회로 피험자 당 총 74회의 정보검색을 수행하였다. 피험자들은 검색 실험을 마친 후, 7 개 메뉴에 대하여 정보검색의 선호도와 사용 난이도를 7점 척도로 평정하였다. 각 피험자가 실험과 설문을 마치는데 소요된 시간은 총 30 분이었다.

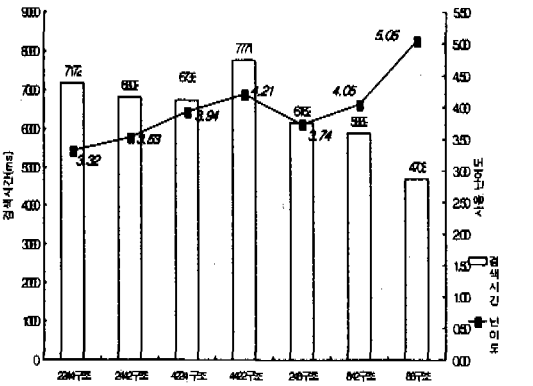

그림3. 메뉴구조에 따른 검색시간과 난이도

결과 및 논의 개별 피험자들의 검색시간 측정치들을 평균하여, 반복 측정에 의한 일원변량 분석을 실시하였다. 메뉴 구조에 따른 주효과가 통계적으로 유의미했으므로 〔F (6, 108) = 40.68, p〈.01〕 검색시간은 메뉴의 구성 방식에 따라 차이가 있음을 알 수 있었다. 그림 3은 메뉴에 따른 평균 검색시간과 사용의 난이도를 나타낸 것이다. 검색시간은 메뉴 깊이가 깊어짐에 따라 증가하였고, 깊이가 3 - 4 수준일 때 보다 2 수준일 때 유의하게 단축되었다. 메뉴에 따른 검색 시간을 Scheffe의 사후 검증으로 분석한 결과 8x8 구조와 다른 구조들간, 그리고 4x4x2x2 구조와 8x4x2 구조, 2x4x8 구조간에 유의한 차이가 있었다. 깊이가 4 수준인 메뉴들 간에는 유의한 검색시간의 차이가 나타나지 않았다. 이 결과는 메뉴 항목수가 동일한 경우, 깊이를 증가시키는 것보다 너비를 증가시키는 것이 정보검색 시간을 단축시킨다는 다른 연구결과들과 일치되었다(Miller, 1981; Snowberry, 1983; Allen, 1983; Kiger, 1984).

메뉴에 따른 오류수를 일원 변량 분석한 결과 유의한 차이가 있었다[$F_{6,126} = 8.29$, $p<.001$]. 그림 4는 메뉴 구조에 따른 평균 오류수와 사용 난이도를 나타낸 것이다. 메뉴 깊이가 2 - 3 수준일 때보다 4 수준일 때 오류수가 특히 증가된 것으로 보아, 오류수는 메뉴의 너비보다는 깊이 수준에 의해 더 영향을 받는다고 해석할 수 있었다. Scheffe의 사후 검증 결과 4x4x2x2 구조와 2x4x8, 8x4x2, 8x8 구조간, 그리고 2x4x4x2 구조와 8x4x2, 8x8 구조간에 유의미한 오류수의 차이가 있었다. 메뉴에 따른 검색시간과 오류수의 결과를 종합하면, 최종 항목수가 동일한 조건이라면 메뉴의 깊이보다는 너비를 증가시키는 것이 오류율과 검색시간을 단축시킨다고 추론할 수 있었다.

정보검색의 수행과 함께 메뉴 선호도와 사용 난이도에 대한 설문 내용을 분석하였다. 사용자들이 가장 선호하는 메뉴는 2x2x4x4 구조와 2x4x8 구조였다. 사용 난이도 평정 결과 메뉴 구조간 차이는 유의하지 않았다[$\chi 2 = 7.91$, $p>.05$]. 그림 4에서 볼 수 있듯이, 정보검색 과제의 수행과는 반대로 피험자들은 2x2x4x4 메뉴에서 정보를 검색하기가 쉬웠으나, 검색시간과 오류율이 최소였던 8x8 구조에서는 정보검색이 가장 어렵다고 답했다. 8x8 메뉴 구조에서 정보검색이 가장 어려운 것은, 메뉴 너비에 따른 사용자의 처리부담이 반영된 결과라고 해석되었다. 흥미있는 사실은 깊이는 4 수준으로 동일하면서 수준에 따라 너비 항목수만 서로 다르게 조합한 메뉴들 간에, 상위 수준의 너비가 좁을수록, 사용자들은 검색하기 쉽다고 지각한다는 것이다.

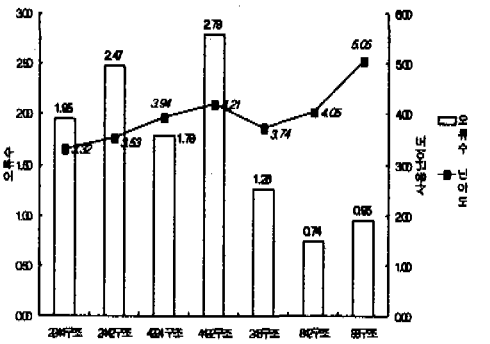

그림4 . 메뉴구조에 따른 오류수와 난이도

4x4x2x2 구조를 제외한 다른 메뉴 구조에서, 사용자는 상위 1 - 2 깊이 수준의 너비가 좁을수록 검색하기 쉽다고 지각했음을 알 수 있다. 메뉴 위계의 상위 수준에 있는 항목 수가 적을수록 사용 난이도가 감소한 결과는 사용자들의 기대를 반영한 것으로 볼 수 있었다. 일반적인 자료 구조가 상위 개념부터 하위 개념까지 점차 증가하는 피라미드형 구조를 가지고 있을 것이라는 사용자의 기대가 난이도 평정에 영향을 주었다고 추론되었다.

3. 결 론

정보처리 관점에서 EIG 메뉴 구조와 인간의 정보처리 특성에 따른 정보탐색 과정을 비교 연구한 결과, 동일한 양의 정보라 할지라도 메뉴 구조를 어떻게 구성하는가에 따라 사용자의 검색 수행이 달라짐을 알 수 있었다. 위계적 메뉴의 구성방식에 따라 사용자의 검색 수행에 차이가 나타난 결과는 인터넷 같은 방대한 양의 정보를 검색하기 위한 메뉴를 구성할

때 시사점을 줄 수 있다.

최적의 메뉴를 구성하기 위하여 메뉴와 검색시간 사이의 함수적 관계를 조사한 결과, 인간의 작업용량 제약에 따른 처리부담을 반영한 수정된 탐색모형과 실제 검색 수행시간 사이에 차이가 있는 것으로 나타났다. 이러한 차이가 나타난 이유는 메뉴 너비와 깊이를 각각 분리하여 검색시간의 함수로 모형화 했기 때문이거나, 실제 검색할 때 메뉴 항목 수와 탐색경로 수가 증가함에 따른 사용자의 처리부담이 검색시간에 효과적으로 반영되지 않았기 때문인 것으로 보인다. 정보검색 수행에 있어서 검색시간 이외에 오류율을 알아본 결과, 목표 정보로 향한 판단과 선택의 정확성은 메뉴 너비보다 깊이에 의해 좀 더 영향을 받음을 알 수 있었다. 이러한 결과는 자료 구조의 깊이가 깊어짐에 따라 목표 항목의 위치에 대한 불확실성이 커지고, 이러한 불확실성에 따라 사용자들은 자신의 현재 위치에 대한 방향성을 상실한다는 Norman(1991)의 주장과 부합된다. 사용자들은 탐색한 경로 정보를 가지고 현재의 판단과 선택이 목표 정보로 향한 올바른 탐색인가를 비교하지만, 깊이 수준이 증가됨에 따라 누적된 경로 정보가 처리부담이 되어 잘못된 판단과 선택 횟수를 증가시킨다고 볼 수 있었다.

사용자는 메뉴의 상위에서 하위 수준으로 점차 항목수가 증가하는 피라미드형 메뉴를 선호하고 검색하기 쉽다고 지각하였으나, 이 구조에서 검색 수행의 효율성은 감소하였다. 메뉴 구조에 따라 정보검색 수행 및 선호도와 사용 난이도간의 차이가 나타난 결과로 판단해 볼 때, 정보검색 메뉴를 구성할 때는 사용자의 작업용량 제약에 따른 검색 수행과 함께 메뉴 구조에 대한 사용자의 기대를 반영해야 함을 알 수 있었다. 사용자들은 일반적인 자료 구조가 피라미드형 구조를 가질 것으로 기대하며, 자료 구조와 부합되는 메뉴 구조를 선호하고 사용하기 쉽다고 지각하였을 가능성이 크다.

최적의 메뉴를 결정하기 위해서는 인간의 정보처리 특성을 반영한 정보검색 모형이 고려되어야 한다. 메뉴 또는 자료 구조의 정보검색 모형은 사용자의 제한된 작업용량에 따른 검색 수행을 고려해야 하며, 이와 함께 사용자의 메뉴 선호도 및 사용 난이도도 고려해야 한다. 인터넷을 이용한 정보검색이 보편화되었음에도 불구하고 이전 연구들에서는 주로 통제된 실험실 환경의 off-line 메뉴 구조에서 관찰되는 사용자의 검색 수행 만을 고려하였기 때문에, 인터넷 검색 엔진을 구성할 때 효과적으로 실제 사용자들의 요구를 반영할 수 없었다. 실제 네트워크 환경에서 실시간으로 정보를 검색할 때 사용자들의 메뉴 선호도와 수행 효율성을 관찰한 본 연구는 기타 다른 영역에서 자료를 구성하고 조직하는데 시사점을 줄 수 있을 것이다. 또한 자료 구조의 정보검색 모형을 수립하기 위해서는 검색 수행의 효율성과 선호도를 고려한 다양한 메뉴 구조에서의 후속 연구가 필요하다.

참고문헌

Baddeley, A.D. & Hitch, G., Working memory, In G.A. Bower, Recent advances in learning and motivation, Vol. 8. New York : Academic Press, 1974.

Kiger, John I., The depth/breadth trade-off in the design of menu -driven user interfaces, International Journal of Man-Machine Studies 20, 201-213, 1984.

Lee, E., & MacGregor, J., Minimizing user search time in menu retrieval systems, Human Factors, 27, 157-162, 1985.

McCloy, T., Derrick, W., and Wickens, C., Workload assessment metrics. What happens when they dissociate? In Second Aerospace Behavioral Engineering Technology Conference Proceedings. Warrendale, PA: Society of Automotive Engineers, 1983.

McEwen, S. A., An investigation of user search performance on a Telidon informationretrieval system. In The Design of Videotex Tree Indexes, Behavioural Research and Evaluation, Department of Communications, 1981.

Miller, G. A., The magical number seven, plus or minus two : Some limits on our capacity for processing information. Psychological Review, 64, 81-97, 1956.

Norman, K. L., User response time for pulldown menus as a function of knowledge of location and structure of menu. Working Papce, Automation Psychology Lab, University of Maryland, College Park, MD. 1988.

Norman, K. L., The Psychology of Menu Selection : Designing Cognitive Control at the Human/Computer Interface. Ablex Publishing Corporation. 1991.

Norman, K. L., & Chin, J. P., The effect of tree structure on search in a hierarchical menu selection system. Behaviour and Information Technology, 7, 51-65, 1988.

Paap, K. R., & Roske-Hofstrand, R. J., Design of menus. In M. Helander(Ed.) Handbook of Human-Computer Interaction, 205-233. Amsterdam : Elsevier. 1988.

Shneiderman, B., Sparks of Innovation in Human-Computer Interaction. Norwood, NJ : Ablex Publishing Corporation. 1993.

Welford, A. T., Reaction time: Basic concepts. In A. T. Welford (ed.) Reaction Time, New York: Academic Press. 1980.