
Eye-Tracking Method를 이용한 메뉴구조 설계 및 평가

Information Architecture Design Using Eye-tracking Method

박종순, Jongsoon Park*, 명노해, Rohae Myung**

요약 디지털 컨버전스 제품은 복잡한 정보 구조로 인한 인지적 과부하로 메뉴로부터 효과적인 정보 인출의 방해가 초래하고 있다. 이러한 인지적 과부하를 완화하기 위해서 현재까지 크게 두 가지 방법(메뉴의 폭과 깊이에 관련된 물리적 방법과 메뉴 타이틀에 관련된 어의적 방법)을 사용하여 효과적인 메뉴구조를 만들기 위하여 노력하여 왔다. 본 연구는 visual search에 수반되는 Fixation과 Fixation Duration을 사용한 또 다른 어의적 방법론을 제안하여 메뉴구조 설계 방법으로서의 효능을 입증하고자 한다. 특히, Fixation은 인간의 인지 모델에 따라 자동적으로 이루어지기 때문에 Fixation을 통해 정보 구조와 인지 모델간의 일치 여부를 파악할 수 있으므로 인지적으로 잘 설계된 메뉴 구조는 Fixation 수와 Duration이 잘못 설계된 메뉴구조보다 적다는 가설이 성립된다. 이러한 가설의 검증을 위하여 본 연구에서는 Eye-Tracking 장비를 사용하여 메뉴 수정 전 후의 Fixation 수와 Duration을 측정하여 비교하였다. 그 결과 수정 후의 Fixation 수와 Duration이 유의하게 감소됨으로서 수정 후의 메뉴구조가 수정 전보다 효과적인 메뉴구조임을 알 수 있다. 다시 말해서 본 연구에서 제안한 visual search에 수반되는 Fixation과 Fixation Duration을 사용한 메뉴구조 설계 방법론이 효과적인 방법이라는 것이 증명되었다.

Abstract Because of the cognitive overload which is caused by the complicated information structure, Digital Convergence product interferes with the effective retrieval of the information from the menu. Two methods have been used to alleviate that cognitive overload by making an effective menu structure; physical menu structure method which is related with the width and depth of the menu, semantic menu structure method which is related with the menu title. In this research, we tried to demonstrate the effectiveness of the menu structure designing method by suggesting a new semantic methodology which uses the Fixation and Fixation duration which are accompanied by the visual search. Because the Fixation is automatically processed by the human cognitive model, we could easily recognize whether the information structure is correspond to the cognitive model or not. From this fact we established the hypothesis that the number of cognitively well established menu structures are fewer than that of the wrongly designed menu structures in terms of the Fixation number and Duration. To verify this hypothesis, we compared the Fixation number and Duration of the modified menu structures with those of the original menu structures by using the Eye-Tracking experiment. As a result, we could find the significant decrease of the Fixation number and Duration after modification. Therefore we could recognize that the modified menu structure was more effective than the original menu structure. In sum, the newly suggested menu structure designing methodology which uses the Fixation and Fixation Duration accompanied by the visual search was proved to be a very effective method.

핵심어: *Eye-Tracking, Information Architecture, Fixation, Fixation Duration, Menu Structure, Usability Evaluation*

"이 논문은 2007년도 두뇌한국 21사업에 의하여 지원되었음."

*주저자 : 고려대학교 정보경영공학부 석사과정; e-mail: babirong@korea.ac.kr

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

1. 서론

최근 디지털 컨버전스의 흐름은 전자 제품의 기능적 통합화를 가져왔다. 이러한 패러다임의 결과로, 컨버전스 제품은 기능의 보편성과 다양한 욕구를 충족시켜주는 등의 이점이 있는 반면, 정보의 융합에 의해 복잡한 정보 구조를 형성하여, 사용 방법에 대한 기억과 인출에 많은 시간이 소요되고 사용자의 기억 인출 과정에서 에러를 발생시킴으로 수행도를 저하시키고 있다[1]. 이에 따른 부작용을 해결하기 위해서는 사용자들이 어떠한 과정을 통하여 기억과 정보인출을 하는지 이해하여야 하며, 사용자의 인지과정을 도울 수 있는 정보의 논리적 설계가 선행되어야 한다. 즉, 최적의 메뉴 기반 인터페이스 설계란 사용자 목적에 맞는 합리적인 이용 절차를 제공함으로써 사용자의 인지적 직무 수행과정과 일치하고, 목적에 맞는 합리적인 이용절차를 제공함으로써, 시간 낭비와 인지 부하를 줄여 효율적인 정보의 탐색을 지원하는 것이다[2].

기존의 메뉴 구조 설계에 관한 연구는 크게 깊이(depth)와 너비(breadth)에 따른 수행도에 초점을 둔 물리적인 구조 측면과 어의적인(semantic) 요소와 관련하여 사용자 도메인을 포함한 사용자 지식 구조 측면에 대한 연구였다[1]. 물리적 구조의 측면의 연구로는 대체로 넓고 얇은 정보 구조가 좁고 깊은 정보 구조보다 탐색 수행이나 성공률에서 더욱 우수하다[14, 16]고 밝히고 있으며, 정보 구조의 깊이가 깊어질수록 사용자의 향해 단계수가 많아짐으로 작업의 복잡성이 증가하기 때문에, 그에 따른 인지적 부하가 효율성을 떨어뜨린다는 것이다[9, 13]. 어의적 요소에 대한 연구로 Whalen과 Mason(1981)은 메뉴 시스템에서 문제가 발생하는 원인은 각 메뉴 아이템의 잘못된 분류, 애매한 카테고리 라벨 및 같은 뜻의 라벨이라고 밝혔다. 애매한 카테고리 라벨이나 같은 뜻의 라벨은 특정 지역에서의 확실성을 감소시키며, 대부분의 심각한 결함은 잘못된 분류에 의한 것으로 전체 메뉴 구조의 불확실성을 야기시킨다는 연구 결과를 보고 하였다[17]. 또한 인간의 기억 네트워크를 기반으로 하는 활성화 확산 이론(Spreading Activation Theory; SAT)에 기초하여 상/하위 쌍의 의미적 연관 관계를 통해 사용자의 인지 반응을 측정함으로써, 사용자가 쉽게 원하는 정보를 찾을 수 있는 메뉴 구조의 개발 및 평가를 수행하였다[2].

이와 같이 정보 탐색의 가장 기초가 되는 정보구조의 개선을 위하여 물리적, 어의적 측면에서 많은 연구가 진행되어왔다. 그러나 기존의 연구 방법론의 한계점은 메뉴 구조가 사용자의 인지 구조를 반영하고 있는지에 대해 세부적이고 정량적으로 분석하는데 적절하지 못하며, 객관적인 평가에 대한 한계점이 있다. 따라서 기존연구의 한계를 극복할 수 있는 방법론에 관한 연구가 요구된다. 이를 위하여 인간의 인지과정을 객관적이고 정량적으로 평가할 수 있는 도구로

Eye-Tracking(시선 추적) 장치를 들 수 있다. 인지활동을 위해 활용되는 정보의 약 90% 이상은 눈을 통하여 입력된 정보(Willems et al., 1999)이기 때문에, Eye-Tracking은 사용자의 인지 활동을 이해하기 위해 중요한 단서가 될 수 있다. 그 중 Fixation(응시)은 인간의 인지 모델에 따라 자동적으로 이루어지며[19], 정보 구조와 사용자 인지 모델간의 일치 여부를 파악할 수 있으므로, 눈이 응시하는 물리적인 방향은 대부분 사람들이 생각하고 있는 바를 암시한다고 간주할 수 있다[8]. 여기서 Fixation이란, 사람이 대상 타겟에 주의를 주기 위해 그 물체의 상을 시각 시스템 내부에 존재하는 망막의 중심(fovea) 주위에 위치시켜, 물체에 시선을 고정하는 동안 100-300ms의 짧은 시선 정지를 일컫는다. 이 짧은 순간 동안 정보 처리가 이루어지게 되며, 하나의 정보가 처리되고 난 이후의 시선 움직임은 인지활동상의 계획 하에 이루어지는 것이다[7]. 이와 같이 Eye-Tracking은 인간의 상세한 인지과정까지 파악할 수 있다는 이점이 있으므로, 비행기, 자동차, 광고 등 여러 분야에서 활용되고 있다.

Fixation에 관한 기존 연구로, 피험자에게 어려운 텍스트일 수록 보다 긴 응시시간과 많은 안구운동의 회귀(Repeat Fixation)가 관찰되었으며[18], Wierwille(1985)는 정신부하가 높으면 눈의 머문 시간(Fixation Time)이 증가한다고 주장하였다. 또한, Fixation은 주로 시각입력 형태의 복잡성(Visual Complexity)에 따른 안구운동 특성으로 분석되어져 왔는데, 그 이유는 목표물에 대한 정보가 Fixation기간에 얻어지고 Fixation과 Fixation 사이에서는 거의 얻어지지 않기 때문이다[15]. 이와 같은 결과를 보더라도 탐색은 의도적으로 일어나지만, Fixation은 자신의 정신 모형에 따라 자동적으로 이루어짐을 알 수 있다. 그러므로 인지적으로 잘 설계된 인터페이스를 제공하면 사용자로 하여금 불필요한 Fixation이 줄어들 뿐만 아니라, 눈의 머문 시간 또한 감소함을 예상할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 Eye-Tracking 실험을 통해 얻어진 Fixation을 이용하여 정보의 융합에 의한 복잡한 메뉴 구조의 문제점을 세부적으로 분석하고 대안을 도출함으로써, 사용자 중심의 메뉴 구조를 설계하고 평가할 수 있는 방법론으로 Eye-Tracking 방법론이 적절함을 밝히고자 한다.

2. 방법론

본 연구에서는 계층적인 메뉴 구조를 가진 컨버전스 제품으로 휴대폰을 선정하였으며, 삼성 SPH-350의 메뉴 구조를 기반으로 하였다. 우선 피 실험자들의 인지반응 정도를 통해 문제가 있는 메뉴 쌍들을 대상으로 직무 시나리오를 구성하기 위하여 인지 활성화 실험(Spreading Activation Test ; SAT)을 실시하였다[2].

1차 Eye-tracking 실험은 직무 시나리오에 따른 피 실험자들의 시선 행위를 분석함으로써 사용자들이 유발할 수 있는 에러를 찾아내기 위한 목적으로 실시하였다. 실험 종료 후 피 실험자들을 대상으로 인터뷰를 실시하고 1차 실험에서 발생한 총 Fixation 수와 각 메뉴 아이템에 대한 Fixation Duration을 산출하였으며, 그 결과를 종합하고, 피 실험자 면접을 실시하여 개선된 메뉴를 구성한 후 2차 실험을 실시하였다. 2회의 Eye-Tracking 실험은 동일한 시나리오를 통해 실시되었는데, 개선 전/후의 메뉴 구조를 독립변수로 하고, 직무 시나리오를 수행하는 과정에서 측정되는 각 메뉴 단계에서의 총 Fixation 수와 Fixation Duration을 종속 변수로 정의하였다. 또한 1차와 2차 실험에서 각각 다른 피 실험자들이 동일한 시나리오를 수행하는 Between subject design으로 하였다.

2.1 피실험자

휴대폰 사용 경험이 5년 이상인 10명을 대상으로 SAT 실험을 실시하였다. 평균 연령은 29.9(±5.1)세이다.

또한 1차 Eye-Tracking 실험은 최소 3년 이상 삼성휴대폰을 사용한 20~30대 대학원생 6명을 대상으로 실시하였다. 평균 연령은 26.2(±3.1)세이며, 휴대폰 평균 사용 기간은 62.1(±7.2)개월이었다.

2차 Eye-Tracking 실험은 1차 Eye-Tracking의 피 실험자와 동일한 조건의 대학원생 6명을 대상으로 실시하였다. 평균 연령은 28.2(±2.5)세이며, 휴대폰 평균 사용 기간은 59.1(±4.7)개월이었다.

2.2 실험 장비

Eye-Tracking 데이터를 측정하기 위한 장비로는 20인치 CRT모니터와 faceLab Eye-Tracking(Version 4.2.2) 소프트웨어, 그리고 시선을 분석하기 위해 gazeTracker 소프트웨어가 사용되었다.



그림 1. faceLab Eye-Tracking(Version 4.2.2)

피 실험자의 눈으로부터 화면까지의 시 거리는 약 80~90cm를 유지하도록 하였는데 이는 고정점으로부터 반경 1도 내외의 유효시야(Useful Field Of View)를 위치시키기 위함이다. 태스크 수행을 위한 휴대폰 에뮬레이터는 Flash 8.0으로 제작되었다.

2.3 실험 절차

SAT는 Park and Myung(2004)이 실시한 실험 방법과 동일하다. SAT는 단지 두 단어만을 제시하여 피 실험자의 연상 체계 안에서의 두 단어 간의 연상 정도만을 알아보는 것이기 때문에 학습 효과가 발생하는 것을 방지할 수 있다[2].

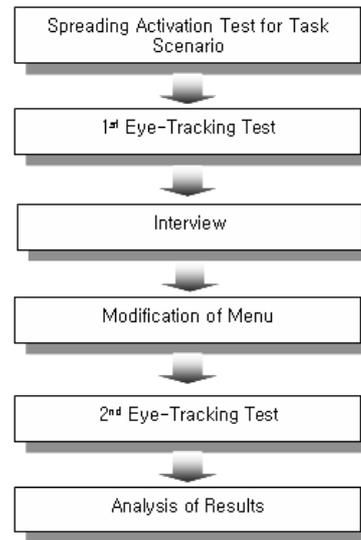


그림 2. 실험 절차

Eye-Tracking 실험은 숙지, calibration, 수행의 총 3단계 과정으로 실시되었다. 우선 숙지 단계에서는 태스크를 진행하기 이전에 실험에 대한 지시 및 주의 사항을 설명하고, 최대한 편안한 자세를 유지하도록 하였다. 그 후 본격적인 Eye-Tracking 실험을 위해 피 실험자의 head model 생성과 screen calibration을 실시하였다. 마지막으로 수행 단계에서는 SAT를 통해 도출된 시나리오를 가지고 실시하였는데, 시나리오에 관한 충분한 이해가 선행된 후 실시되었다. 실험은 gazeTracker의 레코딩과 동시에 실시되었으며, 최종 타겟 메뉴에 도달했을 때 확인 버튼을 클릭함으로써 종료되었다.

1차 Eye-Tracking 실험 종료 후 문제의 원인 분석과 사용자의 심성 모형을 추출을 통해 개선된 메뉴 구조를 설계하기 위하여 사후 인터뷰를 실시하였다. 그 후 개선점을 도출하여 메뉴 구조를 개선하고 2차 Eye-Tracking 테스트를 실시하였다.

2.4 실험 결과

2.4.2 Eye-Tracking 실험 결과

SAT의 결과 구성된 직무 시나리오는 표 1과 같으며, 피실험자는 '애니콜 세상'의 하위 항목인 '자동응답'의 '자동응답 설정'을 통하여 태스크를 종료할 수 있다.

표 1. Experimental task scenario

Task No.	Scenario
1	운전 중이라 전화를 받을 수 없는 상황이다. 자동응답을 설정해보자.

메뉴 구조의 개선 전/후 Eye-tracking 실험에서 피 실험자의 시선행위는 전반적으로 다음과 같은 특징을 보였다. Rayner(1995)의 연구 결과와 마찬가지로 메뉴를 선택하기까지 Searching과 Reading의 두 가지 비주얼 프로세스를 보였으며[8], 대안을 읽고, 그것의 의미를 이해하고 평가하며 [9] 타겟 아이টে에 도달했을 때 시선이 멈추는 행태를 보였다. 또한 시각 탐색 시 시각장의 중심영역에 주로 집중하여 휴대폰 화면의 모서리를 피하는 '모서리 효과' 경향을 보였다[12]. 그리고 피 실험자가 처음에 옳다고 판단하는 메뉴 아이টে를 선택하기까지의 Fixation은 위에서 아래로 차례로 이동하였는데, 이는 메뉴 탐색 과정의 규칙적인 전략(Systematic Strategy)이 반영[5]되었음을 시사하며 Antti et al(1998)의 연구 결과와 일치함을 알 수 있었다. 그러나 잘못된 경로로 진입했다고 판단했을 경우의 피 실험자 시선행위는 무작위 전략(Random Strategy)의 행태를 보이고, 각 메뉴 아이টে 당 눈이 머무는 시간(Fixatin Duration)이 증가하였으며, 각 메뉴 아이টে들에 대한 다수의 회귀현상(Repeat Fixation)을 보였다. 또한 태스크를 수행함에 있어 불필요한 Fixation을 보였는데, 이는 제시된 메뉴 구조가 사용자의 정신 모형과 불일치하여 인지적 과부하로 인해 나타나는 결과라 할 수 있다. 이러한 현상은 개선 전/후 Eye-tracking 실험에서 동일하게 나타났다.

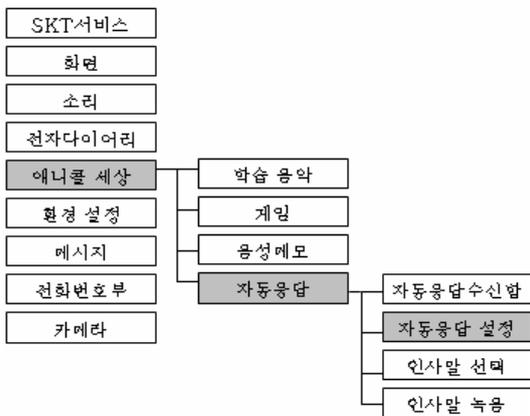


그림 3. 개선 전 메뉴 구조

표 2. 1차 Eye-Tracking 실험 결과

Subject No.	Fixation	
	Total Fixation	Total Duration(msec)
1	75	31,1
2	289	133,8
3	130	61,9
4	154	56,6
5	258	127,4
6	147	80,3

1차 실험에서 대다수의 피 실험자들은 메뉴의 구조나 애매한 의미로 인해 타겟 메뉴 검색의 곤란을 겪는 모습을 보여, 반복 Fixation의 발생에 따라 다수의 Fixation의 수와 Fixation Duration의 지연이 나타났다. 특히 피 실험자들은 '자동응답 설정'을 하기 위해 '환경 설정'에 잦은 Fixation을 보였으며 Fixation Duration 또한 높았다. 이러한 현상은 '애니콜 세상'과 '자동응답' 메뉴 쌍이 사용자 인지 구조가 실제 제품의 메뉴 구조와 불일치함으로 발생된 결과라 볼 수 있다.

또한 이러한 결과는 보편적으로 사용하는 휴대폰일지라도, 누구나 쉽게 연상하고 접근할 수 있는 사용자 중심의 메뉴 구조가 구축되어있지 않음을 의미한다고 할 수 있으므로, 메뉴 타이틀의 재편성이 불가피하다고 할 수 있겠다.

표 3. Navigation Examples

Subject No.	수행 경로
1	환경 설정 → 통화/인터넷 설정 → 메시지 설정 → 소리 → 기능을 구성 → 전자 다이얼리 → 메모 → 애니콜 세상 → 자동응답 → 종료
2	메시지 → 음성 쪽지 → 전자 다이얼리 → Today → 소리 → 기능을 구성 → 애니콜 세상 → 자동응답 → 종료
3	환경 설정 → 통화/인터넷 설정 → 메시지 설정 → 음성 쪽지 → 애니콜 세상 → 자동응답 → 종료
...	...
6	환경 설정 → 통화/인터넷 설정 → 메시지 설정 → 전자 다이얼리 → Today → 소리 → 메시지 → 음성 쪽지 → 애니콜 세상 → 자동응답 → 종료

따라서 1차 Eye-tracking 결과 및 피 실험자들의 사후 인터뷰를 종합하여 그림 4와 같은 개선된 메뉴 구조를 가진 휴대폰 프로토타입으로 2차 Eye-Tracking 실험을 실시하였다.

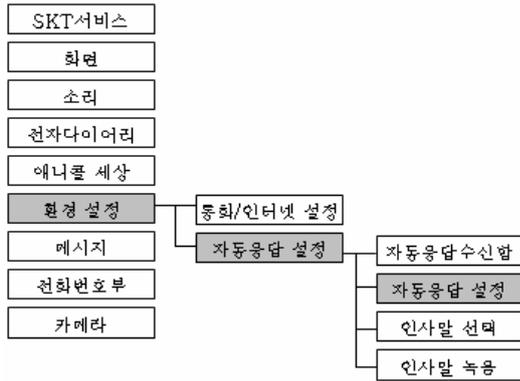


그림 4. 개선 후 메뉴 구조

그 결과 개선된 메뉴의 전체 Fixation 횟수, 전체 Fixation Duration에 대하여 표 4와 같은 결과를 도출할 수 있었다.

표 4. 2차 Eye-Tracking 실험 결과

Subject No.	Fixation	
	Total Fixation	Total Duration(msec)
1	39	15,6
2	40	16,2
3	39	18,9
4	57	26,4
5	53	19,5
6	87	24,9

결과를 볼 때, Eye-tracking 실험을 통하여 개선된 메뉴 구조는 총 Fixation 수와 각 메뉴 아이টে에 대한 Fixation Duration이 현저히 감소하였음을 알 수 있다. 따라서 태스크를 수행하는데 있어 의미적 연상 강도가 향상됨으로 사용하기 편리한 메뉴 구조를 설계할 수 있었다.

개선 전 메뉴 구조와 개선 후 메뉴구조의 총 Fixation 수 및 Fixation Duration에 대한 차이가 통계적으로 유의한지를 검증하기 위하여 Paired t-test를 실시하였다. 이 방법은 한 쌍으로 된 두 집단을 비교하는 것이다.

표 5. 응시 횟수에 관한 Paired Difference t-test 결과

	Mean	S.D.	t	df	유의확률(양쪽)
Total Fixation	123,00	84,7	3,559	5	0,016
Total Duration	61,60	41,8	3,602	5	0,016

* $\alpha=0.05$

총 Fixation 수와 Fixation 시간은 메뉴 구조의 변경 전후에 있어 유의한 차이가 있음을 알 수 있다($\alpha=0.05$). 이는 탐색 시간간의 차이는 위치된 타겟 가시성의 난이도에 의한 원인에 있다는 기존 연구[5]를 뒷받침해준다.

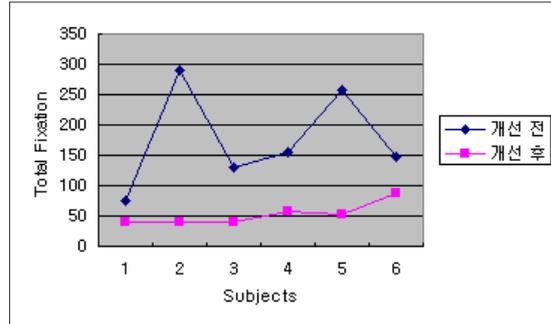


그림 5. 개선 전/후 Total Fixation

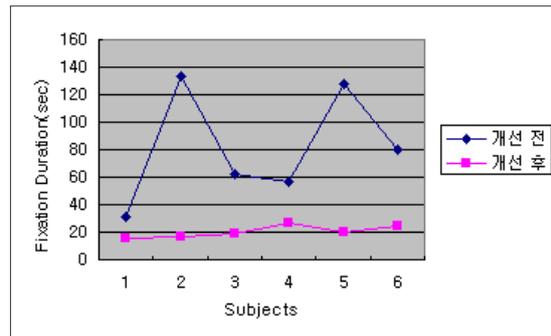


그림 6. 개선 전/후 Total Duration

따라서 개선된 메뉴 구조에서는 적은 안구운동의 회귀 (Repeat Fixation)로 인하여 총 Fixation 수가 감소였고, 짧은 Fixation Duration에 의해 수행도가 향상됨으로 사용자의 정신 모형에 부합하는 메뉴 구조로 개선되었음을 알 수 있다.

3. 결론 및 토의

본 연구는 디지털 컨버전스 기기 메뉴 설계의 기초로, 제품의 메뉴 구조를 통해 야기되는 사용자의 시각적 행위를 분석하고 의미적 문제점을 개선함으로써 인간의 정신모형과 부합되는 메뉴 구조의 평가 및 설계를 위해 새로운 방법론을 제시하였다. Eye-Tracking 방법은 인간의 인지적인 수행 절차를 정량적으로 측정하고 분석할 수 있는 효율적인 도구로 사용자 중심 인터페이스를 설계하기 위해 여러 분야에서 활용되어왔다. 따라서 본 연구에서는 제품 메뉴의 어의적 구조를 평가하기 위하여 태스크 수행에 따른 Fixation 수 및 Fixation Duration을 측정하였다. 여기서 타겟 아이টে 선택하기까지 피 실험자의 시선 움직임 특성은 크게 2가지로 나타났다. 우선, 피 실험자가 자신의 인지 계획에 따라 태스크를 수행할 시 시선의 움직임은 위에서 아래로 차례로 이동하는 규칙적인 전략을 보였다. 그러나 자신의 인지 계획과 어긋나는 경로로 진입했다고 판단했을 시에는 시선의 움직임이 무작위 전략을 보였을 뿐만 아니라, 메뉴 아이টে에 대한 Fixation의 수가 현저히 증가하고 Fixation Duration 또한 증가함을 보였다. 이러한 결과로 볼 때, 본

실험을 통하여 직무 수행에 따른 인간의 시선 행위 패턴에 대한 분석이 가능하였고, Eye-Tracking 결과는 인간의 인지적 수행 과정의 결과를 반영한다는 것을 알 수 있었다.

또한, 기존 메뉴에 대한 Fixation data를 개선된 메뉴 구조의 결과와 비교하였을 때, 총 Fixation 수와 각 Fixation Duration 모두 현저히 감소하였다. 이러한 결과는 불필요한 타겟을 주시하는 행위가 줄어들므로, 개선된 메뉴 구조가 직관적으로 직무를 수행할 수 있도록 도움을 주는 사용자 중심의 메뉴 구조로 개선되었음을 확인할 수 있게 하였다.

그 외에도 Eye-tracking 방법은 각 메뉴 아이템별 응시 횟수 및 시간 측정이 가능하므로 메뉴 체계에 있어 어떤 메뉴의 어휘가 의미 전달에 있어 모호한 문제가 발생하는지에 관한 보다 세부적인 정보 구조 평가가 가능하였다.

따라서 Eye-tracking 방법론은 사용자의 눈 움직임을 통하여 사용자의 인지적 반응 및 결과의 예상이 가능하며, 실제 제품을 사용함에 있어 유발될 수 있는 문제점을 세부적으로 진단하고 해결할 수 있도록 지침을 제공함으로써, 사용자 심성 모형과 일치하는 디지털 컨버전스 기기의 정보구조 설계 및 평가에 기여할 것으로 보인다.

그러나 본 연구에서 제시한 Eye-Tracking 방법론은 기존의 평가 방법론과 비교하여 장비의 비용적 측면과 분석 과정에서 발생하는 시간적 부담이 따를 수 있다. 차후 사용자의 시선 행위 과정에 대하여 좀 더 체계적이고 효율적인 분석 방법을 개발함으로써, 보다 빠른 시간 및 최소 비용이라는 경제적인 효과를 만들어낼 수 있을 것으로 본다. 또한, 본 연구의 실험은 젊은 연령층을 대상으로 실시되었으나, 사용자를 여러 계층으로 나누어 심도 있게 분석한다면, 나이와 능력에 관계없이 누구에게나 공정한 인터페이스를 제공하는 범용(Universal) 디자인이 가능할 것으로 보인다.

참고문헌

- [1] 한상윤, 명노해, “에러 분석을 통한 사용자 중심의 메뉴 기반 인터페이스 설계”, 대한인간공학회지, 제23권, 제4호, 대한인간공학회, pp. 9~21, 2004.
- [2] 박상수, 명노해, “인간의 연상 구조에 적합한 메뉴의 설계 및 평가 : 활성화 확산 모델 접근 방법”, 대한산업공학회지, 제30권, 제1호, 대한산업공학회, pp. 17~26, 2004.
- [3] A. Saad, “A Multi-Agent Spreading Activation network Model for Online Learning Objects”, International Conference on Artificial Intelligence in Education, pp. 55~59, 2001.
- [4] J. H. Goldberg and X. P. Kotval, “Computer interface evaluation using eye movements: Methods and constructs”, International Journal of Industrial Ergonomics, Vol. 24, pp. 631~645, 1999.
- [5] A. Aaltonen, A. Hyrskykari, K. Raiha, “101 spots, or How do users read menus?”, Proceedings of CHI98 Conference, pp. 132~139, 1998.
- [6] F. Crestani, “Retrieving Documents by constrained Spreading Activation on Automatically Constructed Hypertexts”, Proceedings of the EUFIT 97 - Fifth European Congress on Intelligent Techniques and Soft Computing, pp. 1210~1214, 1997.
- [7] A. J. Glenstrup and T. Engell-Nielsen, Eye controlled media: Present. and future state, PhD Thesis, University of Copenhagen, Denmark, 1995.
- [8] K. Rayner, Eye movements and cognitive processes in reading, visual search, and scene perception, in Eye Movement Research: Mechanisms, Processes and Applications, Findlay, J.M., Walker, R., and Kentridge, R.W (Eds), Elsevier Science B.V, 1995, pp. 3~22.
- [9] J. Jacko, G. Salvendy and R. J. Koubek, “Modeling of menu design in computerized work”, Interacting with Computers, Vol. 7, No. 3, pp. 304~330, 1995.
- [10] R. Ractcliff and G. McKoon, “Retrieving Information From Memory: Theories Versus Compound-Cue Theories”, Psychological Review, Vol. 101, No. 1, pp. 177~184, 1994.
- [11] K. L. Norman, The Psychology of Menu Selection: Designing Cognitive Control of the Human/Computer Interface. NJ:Ablex, New Jersey, USA, 1990.
- [12] R. Parasuraman, Vigilance, monitoring, and search. In K. R. Boff, L. Kaufman, and J.P. Thomas (Eds), "Handbook of Perception and Human Performance", John Wiley, New York, 1986.
- [13] T. K. Landauer, and D. W. Nachbar, “Selection from alphabetic and numeric trees using a touch screen: Breath, depth and width”, Proceedings of CHI85 Conference, pp. 73~78, 1985.
- [14] J. Kiger, “The depth/breath trade-off in the design of menu-driven user interfaces”, International Journal of Man-Machine Studies, Vol. 20, pp. 201~213, 1984.
- [15] 이면우, 이관행, 조영진 “경계작업 척도로서의 안구운동 특성”, 대한산업공학회지, 제8권, 제1호, 대한산업공학회, pp. 13~20, 1982.
- [16] D. P. Miller, “The depth breadth tradeoff in hierarchical computer Menus”, Proceedings of the Human Factors Society, pp. 296~299, 1981.
- [17] T. Whalen and C. Mason, “The use of a three-structured index which contains three types of design defects”, The design of videotext tree indexes, Behavioural Research and Evaluation,

pp. 15~34, 1981.

- [18] M. A. Just and P. A. Carpenter, "A theory of reading: From eye-fixations to comprehension", Psychological Review, Vol. 4, pp. 329~354, 1981.
- [19] R. Arnheim, "Art and Visual Perception: A psychology of the creative eye", Berkeley CA: University of California Press, California, USA, 1969.



박종순

2004년 8월 ~ 현재 고려대학교 정보경영공학부 석사. 관심분야는 Multimodal Interface, pervasive computing, 감성공학임.



명노해

1993년 Ph.D. in Industrial Engineering, Texas Tech University. 1999년 ~ 현재 고려대학교 정보경영공학부 교수. 관심분야는 HCI, Information Visualization임.