

시각장애를 가진 학습자를 위한 4개의 시작메뉴의 보편적 설계

김경희*, 이종원*, 박지수**, 손진곤**
* 한국방송통신대학교 대학원 정보과학과
** 고려대학교 컴퓨터학과
isakmama@hanmail.net

Universal Design of an Startup Screen for the Learners with Visual Impairment

Gim Gyeong-Hui*, Jong Won Lee*, JiSu Park**, Jin Gon Shon*
*Dept. of Computer Science, Graduate School, Korea National Open University
**Dept of Computer Science and Engineering, Korea University

요 약

모바일 기기의 화면 크기와 해상도의 발달로 모바일러닝은 시각장애인들의 이동성의 제한과 접근성의 문제를 해결해 줄 수 있는 학습방법이 되었다. 그러나 시각장애를 가진 학습자들은 메뉴 구조의 복잡성으로 인해 원하는 메뉴로 이동하는 것에 어려움을 겪고 있다. 본 논문에서는 이와 같은 문제점을 해결하기 위해 4개의 시작메뉴를 제안한다. 4개의 시작메뉴는 모바일 기기의 화면에 4개의 코너에 시작화면을 불러오는 영역을 제공하여 시작메뉴의 선택이 쉽고, 메뉴선택을 위한 반복적인 이동횟수와 메뉴구조의 복잡도를 줄일 수 있다. 따라서 4개의 시작메뉴는 시각장애를 가진 학습자가 모바일러닝 환경에서 모바일러닝 콘텐츠를 통한 학습이 쉽게 이루어지도록 도와주어 즐겁게 지식과 기술을 습득하여 정보격차를 줄일 수 있다.

1. 서론

세계 보건기구에 따르면, 전 세계 시각장애인의 수는 2억8500만 명에 달하며 이 가운데 3900만 명은 전맹이고, 2억4600만 명은 저시력인이다[1]. 시각장애인은 학습을 위해 이동하기가 어렵고, 학습에 접근할 수 있는 기회가 적기 때문에 정보의 격차가 발생한다. 시각장애를 가진 학습자는 약한 시력으로 인해 정보의 인식과 이해가 어려워 학습에 접근할 수 있는 다양한 방법이 제공되어야 한다. 특히 화면의 크기에 제한이 있는 모바일러닝에서 다양한 의미의 묘사와 동작, 표현 그리고 참여를 제공해야한다[2]. 그러나 모바일러닝에서 학습자 중심의 사용자 인터페이스에 관한 연구는 미비하다.

보편적 디자인은 장애인을 포함한 모든 사람들이 유용하고 확장성 있게 접근하고 사용할 수 있도록 설계된 제품이나 환경에 대한 설계이다. 이러닝에서 보편적 학습 설계는 보편적 설계 개념이 교수와 학습 분야에 까지 확대 적용된 것이다. 또한 교수와 학습, 평가, 그리고 관리방법 등의 여러 측면에서 장애를 포함한 다양한 수준과 요구에 맞추어 다양한 특성을 가진 학생들을 처음부터 고려하여 융통성 있게 교육환경을 제공하는 것이다[3]. 따라서 시각장애를 가진 학습자에게 적합한 새로운 학습 환경을 제공하는 것이 필요하다[4].

모바일러닝에서 복잡하고 계층적 구조를 가진 메뉴의 탐색은 시각 장애를 가진 학습자에게 가장 큰 장벽이다 [5]. 첫째, 메뉴 사이의 이동은 탭 버튼을 이용하여 이동하게 되는데, 탭 버튼을 이용해서 도달할 수 없는 메뉴들이 존재한다. 둘째, 탭 버튼을 많이 이용하여 이동하게 되어 상위 메뉴나 시각장애를 가진 학습자가 원하는 메뉴에 쉽게 도달할 수 없다는 문제점이 있다. 셋째, 학습을 하고 있는 동안 필요한 메뉴로 이동할 필요가 있는 경우는 학습을 중단하고 다시 나와서 원하는 메뉴를 찾아야 하는 문제가 있다. 따라서 메뉴 구조의 복잡도를 낮추는 것이 시각장애를 가진 학습자에게는 중요한 문제이다.

2. 관련 연구

모바일러닝에서 시각 장애를 가진 학습자에게 복잡하고 계층적인 메뉴의 어려움을 개선하여 원하는 메뉴의 버튼의 위치를 파악하기 위해 Fitts'의 법칙으로 이동시간을 계산한다. 또한 학습 진행순서를 고려한 메뉴를 페트리 넷으로 구성해보고, 메뉴의 복잡도는 엔트로피 식으로 계산한다.

Fitts'의 법칙은 포인팅 작업에 유용성을 나타내는 모델이다. 이는 이동시간(Movement time), 즉 선택의 난이도를 타겟의 폭(W)과 거리(D)에 관한 식으로 나타낸다. 이동시간 계산식은 다음과 같다.

+ 교신저자

$$MT = a + b \log_2 \left(1 + \frac{D}{W} \right) \quad (1)$$

a와 b는 경험적으로 결정된 상수이다. 목표로 하는 메뉴의 선택은 초기 위치와 목표로 하는 메뉴 사이의 거리가 감소할수록 난이도가 감소하고, 목표로 하는 메뉴의 너비가 증가함에 따라 난이도가 감소한다[6].

엔트로피는 랜덤 변수의 값을 예측에 관련된 불확실성을 정량화한다. 엔트로피의 식은 다음과 같이 표현한다[7].

$$s = - \sum_{i=1}^n p_i \ln p_i = \ln_n \quad (2)$$

크기 m과 크기 n의 이산 표본 공간에서 서로 독립이며 균등한 분포를 따르는 두 확률변수를 동시에 측정하는 경우에서 전체 엔트로피는 각 확률변수의 엔트로피의 합이다.

패트리넷은 동시성과 동기적인 사건을 표현할 수 있고, 이를 가시적으로 표현하여 이해가 쉽다는 장점을 가지고 있다. 이는 트랜잭션이 발생하기 위한 조건을 나타내는 플레이스와 사건을 나타내는 트랜잭션, 플레이스로 들어오는 정보를 나타내는 아크 함수와 플레이스로부터 나가는 정보를 나타내는 아크 함수로 나타낸다[8].

선행 연구로는 시각장애인을 위한 모바일 터치스크린에서의 새로운 이터닝 프레임워크를 제안한 Ahmed Rana의 연구가 있다. 이는 초기 시작 화면이 네 개의 섹션으로 분할되고, 네 개의 섹션은 각각 계층적인 구조의 특징을 가지며, 각 구역은 이메일과 오피스 프로그램, 유틸리티, 그리고 D-BOX이다. 이 가운데 D-Box는 이터닝 프로그램의 클라이언트이다. D-Box는 다시 하위 계층으로 D-mail과 D-Chat, D-test, 그리고 D-Doc을 가지고 있다[9]. 그러나 Ahmed Rana의 프레임워크는 다음과 같은 문제점을 가지고 있다. 첫째, E-mail과 D-mail로 나누어서 일반적인 메일과 이터닝 프로그램에서의 메일을 나누었다. 비슷한 기능이 두 가지 메뉴로 구성되어 시각장애를 가진 학습자에게 혼동을 준다. 둘째, 모바일러닝의 메뉴구조가 복잡해지는 것은 메뉴의 종류가 많기 때문이다. 따라서 제안한 프레임워크는 많은 메뉴를 수용하면 계층구조가 복잡해진다. 셋째, 콘텐츠를 사용하다가 편리하게 접근할 수 있는 시작메뉴의 시작에 관해서 고려하지 않았다. 이는 학습하는 가운데 메뉴가 필요하거나 시작화면에서 벗어나고자 할 때, 추가적인 클릭이 필요하게 된다.

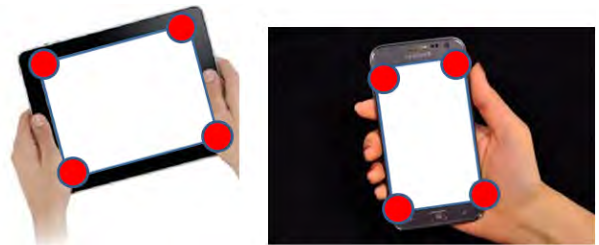
3. 4개 시작메뉴의 설계

본 논문에서는 Ahmed Rana가 제안한 프레임워크의 한계점을 극복하기 위해 모바일러닝에서 시각장애를 가진 학습자를 위한 4개의 시작메뉴를 제안한다.

3.1 4개 시작메뉴의 위치

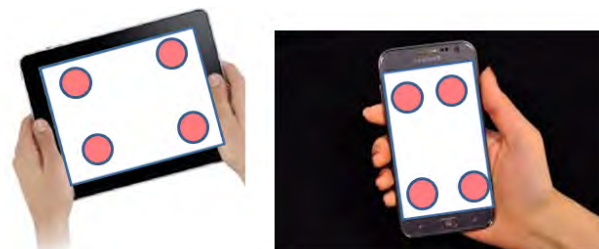
윈도우즈와 같은 운영체제에서 시작버튼은 오른쪽 하단 코너에 위치한다. 이는 사용자가 선택하기 편리한 위치에 시작버튼을 놓은 것이다. 마우스를 이용하는 그래픽 사용자 인터페이스에서 오른쪽 하단 코너는 객체의 너비가 무한대가 되어 선택의 난이도가 낮은 부분이다. 이와 함께 나머지 오른쪽 상단 코너와 왼쪽 상단과 하단의 코너가 모두 객체의 너비가 무한대가 되어 선택의 난이도가 낮다. 이는 네 군데의 코너가 마우스를 계속 이동시켜도 마우스 포인터가 더 이상 움직일 수 없는 부분이기 때문이다.

모바일 기기에서는 마우스를 사용하는 것이 아니라 손가락을 이용한다. 마우스를 이용하는 경우와는 환경이 다르다. 그러나 네 군데의 코너는 객체 선택의 난이도가 낮으면서 모바일 기기를 손으로 잡을 때 가장 적게 간섭을 받는 위치이다. 따라서 (그림 1)과 같이 화면의 네 군데 코너가 모두 선택하기 편리한 위치가 된다.



(a) 양 손으로 잡기 (b) 한 손으로 잡기
(그림 1) 객체의 너비가 무한대인 부분

네 군데의 코너는 추가적으로 고려해야 하는 점이 있다. 이는 손의 크기와 손가락의 관절가동범위이다. 네 군데의 코너 가운데 오른쪽과 왼쪽의 상단 코너까지 손가락이 이동하려면 손가락의 과신전이 필요하다. 그리고 네 군데의 코너 가운데 오른쪽과 왼쪽의 하단 코너까지 손가락이 이동하려면 손가락의 과굴곡이 필요하다. 과신전과 과굴곡은 손가락을 움직이는 근육의 피로를 증가시켜 손상을 발생시킨다. 따라서 이와 같은 점을 고려하면, 선택의 난이도를 최소화하는 위치는 (그림 2)와 같이 네 군데의 코너보다 중앙으로 이동하게 된다.



(a) 양 손으로 잡기 (b) 한 손으로 잡기
(그림 2) 손을 고려한 객체의 너비가 무한대인 부분

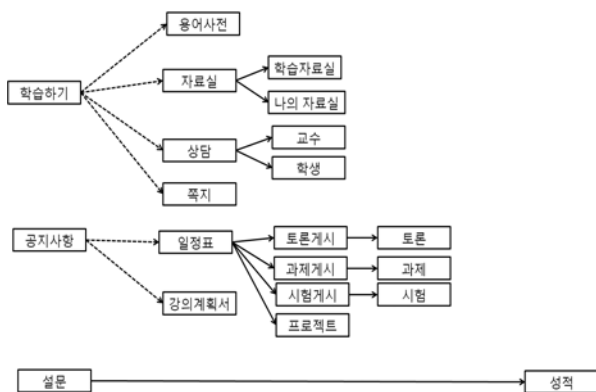
4개의 시작메뉴는 각각의 시작화면을 활성화시키는 버튼을 (그림 2)와 같은 위치에 놓으며 이는 뒤의 화면을 가리지 않도록 반투명의 영역으로 한다. 학습을 하는 중에 시작화면을 활성화시키면 학습은 일시정지상태가 되고, 시작화면에서 되돌아가기를 선택하면 학습화면으로 이동한다. 이를 통해서 학습 환경에서 완전히 빠져나오지 않은 상태에서 메뉴들을 이용할 수 있게 되어 화면을 터치하여 메뉴를 선택하는 횟수가 감소한다.

3.2 학습 진행 순서에 따른 내비게이션 메뉴

모바일러닝 환경에서 시각장애를 가진 학습자는 낮은 시력으로 인해 화면의 왼쪽에 있는 계층적으로 구성된 내비게이션 메뉴를 탐색하여 이용하기 어렵다. 따라서 시각장애를 가진 학습자에게 적합한 내비게이션 메뉴가 필요하다.

내비게이션 메뉴는 강의실 홈을 선택하여 메인 화면으로 이동한다. 메인 화면은 학습하기와 공지사항, 설문, 용어사전, 자료실, 상담, 쪽지, 일정표, 강의계획서, 학습 자료실, 교수와 상담, 학생과 상담, 토론 게시, 과제 게시, 시험 게시, 프로젝트, 토론, 과제, 그리고 시험 등으로 구성되어 있다.

학습 진행 순서에 따른 내비게이션 메뉴는 학습을 진행하는 시간의 순서와 관련성이 높은 메뉴들을 서로 연결하여 구성하였다. 예를 들면, 학습을 시작하면 용어사전과 자료실, 상담, 쪽지 등을 확률적으로 사용하게 되며, 자료실을 이용하면 학습 자료실이나 나의 자료실 가운데 한 개를 확률적으로 이용하게 된다. 마찬가지로 상담을 하게 되면 확률적으로 학생과 상담을 하거나 교수와 상담을 하게 된다. (그림 3)은 학습 진행 순서에 따른 내비게이션 메뉴를 패트리 넷으로 표현하였다.



(그림 3) 학습 진행 순서에 따른 메뉴 모델링

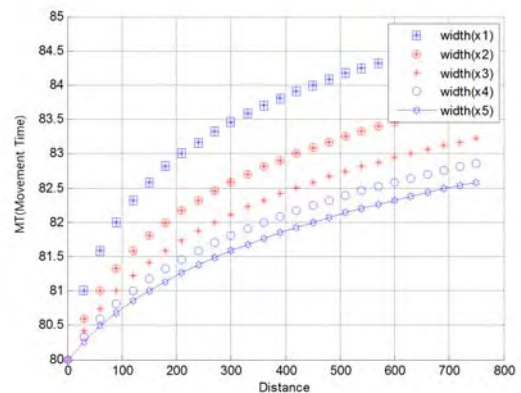
4. 성능 평가

성능 평가는 너비의 증가에 따른 이동 시간, 즉 선택

의 난이도를 비교하였고, Ahmed Rana의 제안과 학습 진행 순서에 따른 내비게이션 메뉴의 복잡도를 비교하였다.

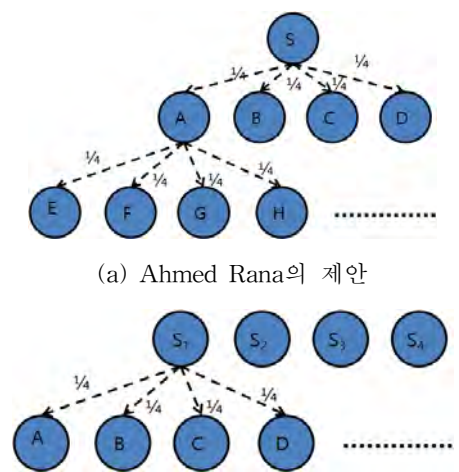
너비 증가에 따른 이동시간, 즉 선택의 난이도의 비교를 위한 시뮬레이션은 MATLAB 2014 버전을 사용하여 실시하였다. 시뮬레이션 환경은 640 X 480 픽셀의 해상도를 가진 화면을 가정하였고, 초기의 너비는 30픽셀이고 너비는 1배 에서 5배까지 변화하고, 다른 파라미터는 상수로 가정하였다. 너비가 5배 이상 증가하면 시작화면을 불러오는 영역이 중첩될 수 있기 때문에 너비를 5로 제한하였다. 시뮬레이션 결과는 (그림 4)와 같다.

결과적으로, 너비가 증가할수록 이동 시간, 즉 선택의 난이도는 감소함을 알 수 있다. 그러나 시뮬레이션 결과에서 볼 수 있듯이 너비가 증가하면 할수록 감소되는 이동 시간, 즉 선택의 난이도는 크지 않음을 알 수 있다.



(그림 4) 너비 증가에 따른 이동시간의 비교

Ahmed Rana의 제안과 학습 진행 순서에 따른 내비게이션 메뉴의 복잡도를 엔트로피를 계산하여 비교하였다. 먼저 네 가지의 시작화면과 한 가지의 시작화면 사이에 복잡도를 계산하였다.



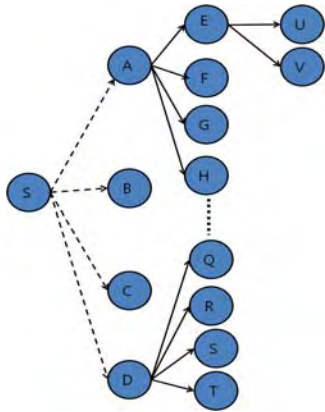
(a) Ahmed Rana의 제안

(b) 4개의 시작메뉴

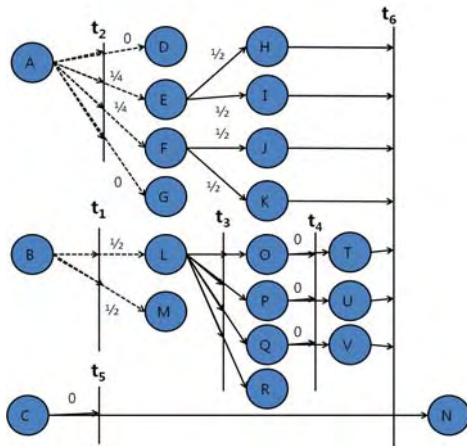
(그림 5) 초기 시작화면 수에 따른 복잡도

(그림 5)는 4개의 시작메뉴와 한 가지 시작화면의 메뉴 구성을 나타낸다. Ahmed Rana의 제안이 가지고 있는 복잡

도인 엔트로피 S 는 42였고, 4개의 시작메뉴의 엔트로피 S 는 34였다. 결과적으로 4개의 시작메뉴가 복잡도가 적었다. 다음으로, Ahmed rana의 제안과 학습 진행 순서에 따른 내비게이션 메뉴 사이의 복잡도를 계산하였다. 메뉴의 구성은 (그림 6)과 같다.



(a) Ahmed Rana의 제안



(b) 4개의 시작메뉴

(그림 6) 메뉴 내비게이션의 구성에 따른 복잡도

Ahmed Rana의 제안이 가지고 있는 복잡도인 엔트로피 S 는 42였고, 학습 진행 순서에 따른 내비게이션 메뉴의 엔트로피 S 는 26.83이었다. 결과적으로 학습 진행 순서에 따라 내비게이션의 메뉴를 구성한 것이 Ahmed Rana의 제안보다 복잡도가 적었다.

6. 결론

시각장애를 가진 학습자는 낮은 시력과 이동의 불편함으로 인해 교육에 관한 접근성이 떨어진다. 화면의 크기와 해상도의 증가로 인하여 모바일러닝에 관한 요구가 증가하고 있다. 따라서 시각장애를 가진 학습자 중심의 인터페이스의 개발이 필요하다.

본 논문에서 제안하는 4개의 시작메뉴는 시각장애를 가진 학습자가 모바일러닝 환경에서 모바일러닝 콘텐츠를 통한 학습이 쉽게 이루어지도록 도와준다. 4개의 시작메뉴는 손의 크기와 손가락 관절의 가동범위를 고려하여 시작화

면을 불러오는 영역의 위치를 결정하였다. 이를 통해 선택의 난이도를 감소시켜 시각장애를 가진 학습자가 시작화면을 손쉽게 선택할 수 있다. 그리고 학습 진행 순서를 고려하여 시작화면을 통한 메뉴 내비게이션을 설계하여 메뉴의 복잡도를 감소시킬 수 있었다. 4개의 시작메뉴는 시뮬레이션을 통해 Ahmed Rana의 제안 보다 시작화면의 선택이 쉽고, 메뉴의 선택을 위한 반복적인 이동 횟수를 줄이며, 메뉴 구조의 복잡도가 낮음을 보여준다.

결과적으로, 시각 장애를 가진 학습자들은 4개의 시작메뉴를 이용하여 모바일 학습 장치를 통해 즐겁게 지식과 기술을 습득하여 정보 격차를 줄일 수 있다.

참고문헌

- [1] World Health Organization, "Prevention of Blindness and Visual Impairment," World Health Organization, 2012, [Online]. Available: <http://www.who.int/blindness/causes/priority/en/index4.html> [Accessed: Jun. 15, 2015].
- [2] CAST, "UDL Guidelines - Version 2.0," CAST, 2015, [Online]. Available: http://www.udlcenter.org/sites/udlcenter.org/files/updateguidelines2_0.pdf [Accessed: Oct. 18, 2015].
- [3] 손지영, "장애 학생을 위한 보편적 학습 설계의 적용에 대한 온라인 학습 콘텐츠의 분석 연구," 특수교육재활과 학연구, vol.50, no.4, pp.39-63, 2011.
- [4] 김동일, 손지영, 윤순경 "e-러닝에서 보편적 설계의 적용에 대한 사용성 평가 - 시각, 청각, 지체장애 대학생 중심으로," 특수교육저널: 이론과 실천, vol.9, no.2, pp.97-127, 2008.
- [5] Nantanoot, S., "Accessibility evaluation of online learning management system for persons with visual impairment," Doctoral dissertation, 2013.
- [6] Tovi, G. and Ravin, B., "The bubble cursor: enhancing target acquisition by dynamic resizing of the cursor's activation area," Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems, pp.281-290, 2005.
- [7] Alfréd, R., "On Measures of Entropy and Information," Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability, vol 1, pp.547-561, 1961.
- [8] 정미현, 김재현, "개념우선순위를 적용한 이러닝 시스템 설계에 관한 연구," 2009년 한국컴퓨터교육학회 동계 학술발표논문집, vol.13, no.1, pp.53-58, 2009.
- [9] Rana, A., Zincir, I., and Basarici, S., "A proposal for a novel e-learning system for the visually impaired," Proceedings of the European Conference on e-Learning, pp.422-426, 2014.