

이러닝 환경에서 시각장애인과 운동장애인을 위한 커서

이종원 (한국방송통신대학교), 박지수 (충남대학교), 손진곤 (한국방송통신대학교)

목 차	1. 서 론
	2. 커서를 이용한 객체 선택
	3. 시각장애인과 운동장애인을 위한 커서
	4. 향후 과제
	5. 결 론

1. 서 론

정보통신기술이 발달함에 따라 장애인을 위한 교육은 교사를 도와주는 컴퓨터 보조 교육(CAI; computer assisted instruction)에서 시간과 공간을 초월한 인터넷과 컴퓨터를 이용한 방식의 이러닝(e-learning)과 모바일 기기를 이용한 m러닝(m-learning), 그리고 다양한 센서네트워크(sensor network)를 이용한 u러닝(u-learning)을 거쳐, 스마트 기기와 내장된 센서, 그리고 앱을 이용한 스마트 러닝(smart leaning)으로 변화하였다[1]. 그러나 스마트 러닝에 필요한 기술과 스마트 러닝 서비스의 접근과 활용을 할 수 있는 계층과 이를 활용하지 못하는 장애인 사이에 정보의 격차가 발생하였다. 장애인의 컴퓨터 보급률은 일반인과 비교하여 10% 정도 낮고, 인터넷 이용률은 30% 이상 낮으며, 인터넷을 통한 정보의 접근과 접근된 정보의 활용에 관한 격차는 35% 정도 낮다[2].

정보 격차가 발생하는 장애 유형은 청각 장애와 학습 장애, 시각 장애, 지적 장애, 언어 장애, 지체 장애, 발달 장애, 자폐성 장애, 그리고 그 밖의 장애로 아스퍼거 증후군과 과잉 행동, 그리고 주의력 결핍 장애 등이 있다. 스마트 러닝은 장애로 인한 정보 격차를 줄이기 위해 다음과 같은 다양한 접근성 향상 방법을 제공한다. 첫째, 청각 장애인을 위한 음성 인식 응용 프로그램과 자막을 제공한다. 둘째, 시각 장애인을 위한 큰 글자 크기와 글자 색의 대비, 그리고 배경색의 설정과, 스크린리더 프로그램, 대체 텍스트, 그리고 전체 화면으로 돋보기를 제공한다. 셋째, 의사소통이 어려운 장애인을 위한 보완대체 의사소통 시스템을 제공한다. 넷째, 인지 장애인을 위한 단순한 화면구성과 느린 강의 속도, 설명과 음성 제공, 그리고 아이콘 개수의 최소화와 이들 사이의 간격의 확보를 제공한다. 다섯째, 지체 장애인을 위한 자기 주도적 학습과 능동성, 그리고 자발성을 위한 양방향 교육을 제공한다. 여섯째, 정서 장애를 가진

사람을 위한 학습자의 나이와 동기, 그리고 학습 스타일 등의 학습자 특성의 분석을 통한 피드백을 제공한다. 일곱째, 발달 장애인을 위한 수준별 학습과 맥락에 따른 문제해결에 관한 팁을 제공한다. 여덟째, 학습 장애인을 위한 문제해결 방법의 제공과 메타인지를 이용한 학습방법, 그리고 단계적인 예시를 제공한다. 마지막으로, 정신 지체 장애인을 위한 개인별 학습내용과 수준별 학습 내용 등을 제공한다. 아이콘과 메뉴 등의 객체를 선택하는 것은 사용자 인터페이스에서 가장 기본이 되는 작업이다. 장애인이 학습에 참여하여 정보를 만들고, 만들어진 학습 정보를 이용하기 위해서는 무엇보다도 화면에서 객체를 쉽게 선택하는 방법이 필요하다.

본 기고에서는 장애의 유형 가운데 시각 장애인과 운동 장애인이 객체를 선택하는 과정과 이 과정에서 발생하는 어려움, 그리고 객체의 선택 어려움을 해결하기 위해 커서의 설계에 적용되는 피벗의 법칙과 조정-표시 획득, 그리고 시작 반응효과에 관해 알아본다. 그리고 이들을 적용하여 설계된 커서들을 분류하고, 각각의 커서의 특징에 관해 알아본다. 마지막으로 현재까지 연구된 커서들을 통해 시각 장애와 운동 장애를 가진 사람들을 위한 커서의 연구 방향을 제시하고자 한다.

2. 커서를 이용한 객체의 선택

2.1 커서를 이용한 객체 선택의 문제점

세계 보건기구에 의하면, 전 세계에 2억8천1백만 명의 사람들이 시각 장애를 가지고 있다. 이 가운데 3천9백만 명이 장님이며, 2억 4천6백만 명이 시각 장애인이다[3]. 그리고 전 세계에서 수억 명의 사람들이 신경질환을 앓고 있는데, 이는 중추신경계와 말초신경계에 발생하는 질환으로, 뇌졸중과 척수손상, 그리고 파킨슨 병과 같은

운동 장애를 포함한다[4]. 최근 디스플레이의 크기와 해상도가 향상되면서, 제한된 화면 안에 많은 정보를 표현하기 위해 윈도우와 아이콘, 메뉴, 그리고 포인터 등의 객체들의 크기는 작아지고, 객체들 사이에 서로 구분이 어려울 정도로 밀접하게 배치되었다[5]. 시각 장애인은 낮은 시력과 색 대비의 둔감, 밝기 변화의 둔감, 색 구분의 어려움, 그리고 시야의 결손 때문에 작은 객체를 인식하기 어렵고, 객체가 서로 밀접하게 배치되어 있는 경우에 이를 구분하기 어렵다. 운동 장애인은 약한 근력(weakness)과 손의 흔들림(tremor)때문에 작은 객체를 선택하기 어렵고, 밀접하게 배치된 객체 가운데 목표로 하는 객체를 선택하기 어렵다. 결과적으로 객체를 선택하는데 걸리는 시간이 길어지고, 목표로 하지 않았던 객체를 선택하는 오류가 증가한다. 그리고 오류를 회복 과정에서 다시 많은 노력과 시간이 걸리게 되어 커서를 조작하는 근육의 피로가 증가하게 된다.

2.2 커서를 이용한 객체 선택 과정

컴퓨터와 스마트 기기의 화면에서 시각 장애인과 운동 장애인이 목표로 하는 객체를 선택하는 과정은 객체를 탐색하는 궤도 과정(ballistic phase)과 객체를 선택하는 교정 과정(corrective phase)으로 나눌 수 있다[6]. 궤도 과정은 화면에서 현재 커서의 위치를 파악하여, 목표로 하는 객체들의 후보들이 모여 있는 위치로 이동하는 과정이다. 그리고 교정 과정은 목표로 하는 객체들의 후보들 가운데 시각 장애인과 운동 장애인이 목표로 하는 객체를 선택하는 과정이다. 시각 장애인은 작은 커서의 크기 때문에 화면에서 커서의 위치를 파악하기 어려워, 궤도 과정에서 어려움을 겪고 있으며, 낮은 시력 때문에 교정 과

정에서 어려움을 겪는다. 운동장애인은 낮은 근력 때문에 궤도 과정에서 어려움을 겪고 있으며, 손의 떨림 때문에 교정 과정에서 어려움을 겪는다. 따라서 궤도 과정에서 커서와 목표로 하는 객체들의 후보 사이에 거리와, 교정 과정에서 객체들과 커서의 너비에 따라서 객체를 선택하는 시간과 오류의 발생이 영향을 받는다.

2.3 객체 선택 과정에 영향을 미치는 인자

시각 장애인과 운동 장애인이 목표로 하는 객체들은 크기가 작고, 객체의 개수가 많으며, 객체들이 서로 밀접하게 배치되어 있다. 객체들 가운데 목표로 하는 객체를 정확하게 선택하는데 영향을 미치는 인자는 피켓의 법칙과 조정-표시 획득, 그리고 시작반응 효과이다. 피켓의 법칙은 사용자 중심의 인터페이스와 인체공학에서 사용되는 움직임에 관한 모델로서, 목표로 하는 객체를 선택하는데 걸리는 시간을 예측하기 위해 객체 선택의 난이도를 객체까지의 거리와 객체의 크기에 대한 함수로 나타낸 것으로 수식(1)과 같다. 객체 선택의 난이도는 거리(D)에 비례하고 객체의 너비(W)에 반비례한다.

$$ID = \log_2\left(\frac{2D}{W}\right) \quad (1)$$

ID는 목표로 하는 객체를 선택할 때의 난이도를, W는 객체의 너비를, 그리고 D는 객체까지의 거리를 나타낸다[5]. 그러나 피켓의 법칙은 객체의 너비가 1에서 8픽셀의 크기 아래로 작아지면, 객체 선택의 난이도가 급격히 증가하는 문제가 있다. 이는 목표로 하는 객체의 크기가 작은 경우에 근육의 진전(tremor) 때문에 발생한다. 이때

는 수식(2)와 같이 피켓의 식을 수정한 윌포드(Welford)의 식을 사용한다.

$$MT = a + b \cdot \log_2\left(\frac{D}{W-c} + 1\right) \quad (2)$$

MT는 움직인 시간을, c는 손의 진전에 따라 실험적으로 결정된 상수를, a는 포인터가 움직인 시간, 그리고 b는 포인터의 속도를 나타낸다[7]. 따라서 객체의 너비가 크고, 거리가 작으며, 손의 진전이 작을수록 객체를 선택하기 쉬워진다. 조정-표시 획득(control-display gain)은 수식(3)과 같이 포인터가 움직이는 속도와 장치가 실제 움직이는 속도의 비를 나타낸다.

$$CD_{gain} = \frac{V_{pointer}}{V_{device}} \quad (3)$$

CD_{gain}은 조정-표시 획득율, V_{pointer}는 포인터가 움직이는 속도를, 그리고 V_{device}는 실제 장치가 움직인 속도를 나타낸다. 장치가 움직인 것보다 포인터가 빠르고 많이 움직이면, 조정-표시 획득이 높고, 장치가 움직인 것보다 포인터가 느리고 적게 움직이면, 조정-표시 획득이 낮다. 따라서 거리를 줄이기 위해서는 조정-표시 획득을 높이고, 너비를 늘리기 위해서는 조정-표시 획득을 낮춘다.

시작반응 효과는 객체를 선택하는 과정에서 갑작스런 청각 자극을 통해 반응시간을 줄인다. 청각적 자극을 반복적으로 주면, 뇌가 객체를 선택하는데 필요한 움직임을 사전에 계획하게 되고, 운동신경계의 흥분성을 증가시키게 되어 반응시간이 더욱 줄어든다. 시작반응 효과는 외부에서 주어진 자극으로부터 뿐만 아니라[8], 시각 장애인과 운동 장애인이 스스로 움직여 객체를

선택하는 과정에서도 반응시간을 줄일 수 있다. 따라서 시작반응 효과를 이용하면, 객체를 선택하는 시간을 줄일 수 있다[9].

커서를 가진 커서로 나눌 수 있다.

3. 시각장애인과 운동장애인을 위한 커서

시각 장애인과 운동 장애인을 위한 커서의 분류는 <표 1>과 같다. 이는 크게 커서와 객체의 너비를 증가시킨 커서와, 커서와 객체 사이에 거리를 줄인 커서, 객체 사이에 충분한 간격을 가진 커서, 클릭동작을 피한 커서, 그리고 다수의

3.1 너비를 증가시킨 커서

커서와 객체의 너비를 증가시킨 커서는 프린스 기법과 지역 커서, 방울 커서, 지시 확대기, 확대한 목표, 물고기 눈 보기, 그리고 영향력이 증가된 목표이다. 이 가운데 프린스 기법과 지역 커서, 그리고 방울 커서는 커서의 너비를 증가시켰고, 끈적한 아이콘은 조정-표시 획득을 낮게 하여 객체의 너비를 증가시킨다. 나머지 커서는 객체의 너비를 증가시킨 커서이다.

<표 1> 시각 장애인과 운동 장애인을 위한 커서의 분류

커서의 종류	특징	너비 증가	색 대비	충분한 간격	큰 커서	피로 감소	동작 제한	음성 제공	거리 감소	클릭 제거	다수의 커서
프린스 기법		√			√						
지역커서		√			√						
끈적한 아이콘		√					√				
끌어 나타내기		√				√			√		
끌어 집기		√				√			√		
객체 지시							√		√		
의미 지시							√		√		
방울 커서		√			√						
지시 확대기											
클릭 앤 크로스				√							
크로스 앤 크로스				√		√				√	
확대한 목표		√	√								
물고기 눈 보기		√			√						
각 마우스						√			√		
목표 교차						√			√		
영향력이 증가된 목표		√									
닌자 커서						√			√		√
적응적 클릭 앤 크로스 커서		√		√							
위성 커서						√			√		√
목표 역전 크로싱						√				√	
CSMO		√	√	√	√						
CSMO-VH		√	√	√	√			√			

프린스 기법은 커서의 너비를 증가시켜 객체를 쉽게 선택한다. 이는 커서의 너비를 증가시켜 하나의 픽셀로 된 작은 객체를 정확하게 선택할 수 있다[10]. 지역 커서(area cursor)는 프린스 기법과 같이 커서의 크기를 증가시킨 커서이다. 그러나 프린스 기법과 다르게 목표로 하는 객체가 하나일 때는 크기가 큰 커서를 이용하고, 객체가 서로 인접해 있을 때는 객체를 구별하기 위해 작은 커서를 이용한다[10]. 방울 커서(bubble cursor)는 반투명의 원형 지역 커서로서 중심에는 십자모양으로 표시된 일반 커서를 가지고 있다. 방울 커서는 지역커서 안에 하나의 객체가 선택되도록 주기적으로 반지름에 대한 정보를 갱신한다. 두 개의 객체가 방울 커서의 중심에서 가까울 경우, 이 가운데 가장 가까운 객체를 선택하도록 지역 커서가 크기를 동적으로 변화시킨다[5].

지시 확대기(pointing magnifier)는 지역커서로 움직이다가 목표로 하는 객체 주위에서 마우스를 클릭하여 커서를 고정하면, 지역커서 아래에 있는 부분이 확대된다. 이때 확대된 부분 안에 새로운 커서가 생기는데, 이를 움직여 목표로 하는 객체를 선택한다. 지시 확대기는 화면의 일부분을 확대하여 객체의 너비를 증가시킴으로써, 목표로 하는 객체를 선택하기 쉽게 한다[11]. 확대한 목표(expanding targets)는 밀접하게 타일처럼 배치된 객체들 사이에서 목표로 하는 객체를 선택하는 방법이다. 이는 커서가 객체 위에 위치하면, 객체는 시각적으로 너비가 증가하여 객체를 쉽게 선택할 수 있게 도와준다. 그리고 커서를 이동하여 다음 객체로 이동하면, 이전에 커서가 위치한 객체는 원래 너비로 돌아오고, 현재 커서가 위치한 객체의 너비는 동적으로 증가한다[12]. 물고기 눈 보기(fisheye views)는 커서가 위치한 화면을 볼록하게 만들어 객체의 너비를 증가시킨다. 이는 커서가 이동하면서 화면의 뒤

틀림을 막기 위해서 속도에 맞는 평탄화(speed couple flattening)를 이용하여 화면의 뒤틀림을 막아 객체를 쉽게 선택할 수 있다[13]. 영향력이 증가된 목표(force enhanced target)는 객체 주변에 보이지 않는 영향력이 증가된 영역을 가지고 있다. 커서가 이 영역에 도착하면 목표로 하는 객체를 선택할 수 있다[14]. 끈적한 아이콘(sticky icons)은 커서가 목표로 하는 객체 위에 있을 때, 조정-표시 획득을 동적으로 조정하여, 목표로 하는 객체에 근접하거나 객체 위에서는 마치 끈적한 부분을 물체가 이동하듯이 천천히 이동하게 한다. 그리고 목표로 하는 객체에서 멀어지거나 객체의 위가 아니면 원래의 속도로 돌아오게 하여 객체를 쉽게 선택할 수 있다[15].

3.2 커서와 객체 사이의 거리를 줄인 커서

조정-표시 획득을 조정하여 커서와 객체 사이의 거리를 줄인 커서는 끌어 나타내기와 끌어 집기, 객체 지시, 의미 지시, 그리고 각 마우스이다. 끌어 나타내기와 끌어 집기는 객체의 너비를 증가시켰으나, 객체 지시와 의미 지시, 그리고 각 마우스는 객체의 너비에 변화가 없다.

끌어 나타내기(Drag-and-Pop)는 커서의 움직임을 분석하여, 잠정적으로 선택이 가능한 목표로 하는 객체를 대신하는 가상의 객체들(proxies)을 커서의 주변으로 가져오는 방법이다. 끌어 나타내기는 대형 화면에서 목표로 하는 객체와 커서와의 거리가 먼 경우에 효과적이다. 커서를 끌면(drag), 객체들 가운데 커서가 위치한 객체와 호환성이 있는 가상의 객체들만이 커서로 이동하고, 이동된 객체를 선택하면 호환성에 따라 객체가 가진 기능을 수행한다[16]. 끌어 집기(Drag-and-Pick)는 기본적인 동작은 끌어 나타내기와 같다. 그러나 끌기를 하면, 호환성과 상관없

이 모든 객체들이 끌려오고, 끌려온 객체 가운데 하나에 커서를 위치시키면 객체가 가진 기능을 수행하는 차이가 있다[16].

객체 지시(object pointing)는 일반 커서와 여분의 커서로 구성되어 있는데, 객체를 커서에 가깝게 가져오는 대신 커서가 객체로 건너뛰어 이동한다. 커서는 커서와 객체 사이에 있는 빈 공간을 건너뛰어 객체에 도착한다. 하나의 객체에서 다음 객체로 건너뛰는 방법은 커서의 속도에 따라 결정된다. 속도가 역치보다 빠르면 건너뛰고, 속도가 역치보다 느리면 현재의 객체에 머문다. 이를 통해 객체와 객체 사이의 거리를 줄인다. 커서가 다른 객체를 선택하려면, 커서가 움직이려는 방향에 있는 가장 가까운 객체로, 여분의 커서가 빈 공간을 건너 뛰어 객체에 도착한다[17]. 의미 지시(semantic pointing)는 조정-표시 획득을 동적으로 조정함으로써 목표로 하는 객체를 효율적으로 선택한다. 이는 빈 공간에서는 정확도 보다는 빠른 속도가 중요하고, 객체에 근접하였을 때는 정확도가 속도보다 중요하다는 점에 착안하여, 객체에 접근할 때는 조정-표시 획득을 증가시키고, 객체 안에서는 이를 감소시킨다. 따라서 시각장애인과 운동장애인은 조정-표시 획득의 변화를 느낄 수 없이 객체까지는 빠르게 움직이고, 객체 안에서는 느리게 움직이게 된다[18]. 각 마우스(angel mouse)는 커서가 움직이는 각도에 따라 조정-표시 획득을 동적으로 변화시켜 객체를 선택하는데 걸리는 시간을 줄인다. 이는 커서가 움직일 때, 각도가 크게 변하면 커서의 이동속도를 줄이고, 각도가 적게 변하면 커서의 이동속도를 높인다. 이를 통해 손의 흔들림이 큰 경우에도 커서의 위치가 크게 변하는 것을 막아주어, 객체를 쉽게 선택할 수 있다[19].

3.3 객체 사이에 충분한 간격을 가진 커서

시각 장애인과 운동 장애인은 객체 사이에 구분과 불분명한 경계 때문에 객체를 선택하기 어렵다. 객체 사이에 충분한 간격을 가진 커서는 교차 커서와 적응적 클릭 앤 크로스, 객체의 분리와 확대를 이용한 커서(CSMO; cursor using splitting and magnifying of objects), 그리고 음성 도우미 기능을 이용한 시각 장애인용 커서(CSMO-VH; cursor using splitting and magnifying of objects with voice helper)이다. 이 가운데 적응적 클릭 앤 크로스 와 CSMO, 그리고 CSMO-VH는 객체의 너비를 증가시켰고, 특히 CSMO와 CSMO-VH는 지역 커서 아래에 다수의 객체가 있는 경우에도 분리되는 객체의 수를 조절하여, 객체 사이에 충분한 간격을 가질 수 있다는 장점이 있다. 특히, CSMO-VH는 음성 정보와 같은 청각적인 자극을 통해서 손의 반응시간을 줄여서 객체를 선택하는 시간을 줄인 유일한 커서이다.

교차 커서(crossing cursor)는 클릭 앤 크로스(Click-and-Cross)와 크로스 앤 크로스(Cross-and-Cross)로 나누어진다. 클릭 앤 크로스는 원형의 지역커서로서, 목표로 하는 객체의 주변으로 이동하여 클릭을 하면, 지역커서 아래에 있는 객체들이 지역커서의 테두리에 분리되어 배치된다. 이 가운데 목표로 하는 객체를 지나가면 선택된다. 크로스 앤 크로스는 클릭 동작을 없애기 위해 고안된 커서로 내부의 커서가 객체를 지나가면, 지역커서 아래에 있는 객체들이 지역커서의 테두리에 분리되어 배치된다. 그리고 분리된 객체 가운데 목표로 하는 객체를 지나가면 객체가 선택된다[6]. 적응적 클릭 앤 크로스(adaptive Click-and-Cross)는 클릭 앤 크로스 와 같은 형태의 커서이다. 다른 점은 지역커서의 테

두리에 위치한 객체들이 영향력이 증가된 영역을 가지고 있다는 것이다[20].

CSMO는 커서 주변의 객체들을 분리하여 객체들을 확대하고, 색 대비를 높이며, 선명도를 향상시켜 지역커서의 테두리에 위치시킨다. 저 시력인은 객체들의 너비가 손이 떨리는 진폭보다 크게 확대하여 객체를 쉽게 선택할 수 있다[21]. CSMO-VH는 CSMO에 시작반응 효과를 이용한 청각 정보 등을 제공하여 반응시간을 줄였다. 시각 장애인은 청각 정보를 이용하여 화면에서 객체들의 위치를 빠르게 탐색하고, 목표로 하는 객체를 쉽게 선택할 수 있다[22].

3.4 클릭 동작을 피한 커서

운동 장애인은 클릭을 하는 동작 때문에 객체에서 커서가 벗어나는 경우가 발생하고, 클릭 동작 자체를 수행하기 어려운 경우도 많다. 따라서 클릭 동작을 피하는 것이 객체를 선택하는데 효과적이다. 클릭 동작을 없앤 커서는 목표 역전 크로싱과 목표 교차이다. 목표 역전 크로싱(target reverse crossing)은 객체의 활성화 된 특정 부분을 통해 객체의 내부로 지나갔다가 다시 나오면 객체가 선택된다. 객체 위에 커서를 고정하는 것이 어려운 사람은 목표 역전 크로싱을 이용하여 객체를 쉽게 선택할 수 있다[23]. 목표교차(goal crossing)는 다음과 같은 방법으로 객체를 선택한다. 첫째, 목표로 하는 객체의 주변에 2차 목표를 두어, 커서가 객체와 2차 목표를 지나가면 객체가 선택된다. 둘째, 객체를 지나가면서 커서를 화면의 위쪽으로 이동시키는 것과 같은 간단한 제스처를 통해 객체를 선택할 수 있다. 마지막으로 객체의 모서리나 가장자리를 지나감으로써 객체를 선택할 수 있다[24].

3.5 다수의 커서를 가진 커서

조정-표시 획득을 이용하지 않고, 커서와 객체 사이의 거리를 줄이는 방법은 다수의 커서를 이용하여 커서 주변의 객체를 선택하는 것이다. 다수의 커서를 가진 커서는 닌자 커서와 위성 커서이다. 닌자 커서(ninja cursor)는 큰 화면에서 목표로 하는 객체를 효율적으로 선택하는 방법이다. 이는 여러 개의 분산된 커서들을 가지고 있어, 커서와 객체 사이의 거리를 감소시켜 객체를 쉽게 선택할 수 있다. 한 번에 여러 개의 커서가 여러 개의 객체 위에 위치하게 되면, 순서에 따라 객체들 가운데 목표로 하는 객체를 선택한다[25]. 위성 커서(satellite cursor)는 객체의 수와 커서의 수가 같다. 이는 화면에 존재하는 객체를 모두 모아서 중심에서 각각의 객체의 위치까지의 벡터를 계산한다. 그리고 이들 객체를 모두 넓게 팽창시키고, 각각의 벡터에 따라 커서들을 객체들 주위에 위치시킨다. 커서가 객체의 위치에 따른 방향으로 움직이면 객체 위에 커서가 위치하게 되어 객체를 쉽게 선택할 수 있다[26].

4. 향후 과제

4.1 너비와 거리에 관한 문제

피켓의 법칙에 의하면 너비가 증가할수록, 그리고 거리가 가까울수록 객체를 선택하기 쉬워진다. 너비의 증가는 객체의 너비가 증가하는 경우와 커서의 너비가 증가하는 경우, 그리고 조정-표시 획득이 낮아지는 경우이다. 그런데 작은 객체를 선택할 때, 객체의 너비와 커서의 너비를 증가시키는 것은 조정-표시 획득을 낮추는 것과 비슷한 성능을 보인다[27]. 시각 장애인을 위한 커서는 시각적으로 객체의 너비와 커서의 너비

를 증가시키는 방향으로 연구가 되고 있고, 운동 장애인을 위한 커서는 조정-표시 획득을 낮추는 방향으로 연구가 되고 있다. 따라서 시각장애인과 운동장애인 모두에게 객체를 선택하기 쉽게 하려면, 객체의 너비와 커서의 너비를 증가시키는 방향으로 연구가 되어야 한다.

조정-표시 획득을 높이는 것은 커서와 객체 사이의 거리를 감소시키는 효과적인 방법이나, 조정-표시 획득을 낮추어 객체의 너비를 증가시키는 것은 객체를 선택하는데 효과적이지 않다 [28]. 객체 안에서 커서가 움직일 때, 조정-표시 획득을 낮추면 마찰력이 증가한 것과 같이 커서의 이동이 느려진다. 낮은 조정-표시 획득은 객체를 선택하는 시간을 증가시키는 문제를 발생시킨다. 따라서 객체를 잘못 선택하거나 오류에서 회복하기 위해 커서를 특정 위치로 이동시킬 때, 조정-표시 획득을 낮추는 것보다 커서의 움직임 범위를 제한하는 등의 다른 해결방법이 연구되어야 한다.

4.2 오류 발생으로 인한 손의 피로와 손상의 문제

기존의 손의 피로를 감소시키는 방법은 조정-표시 획득의 증가와 다수의 커서를 통한 커서와 객체 사이의 거리감소, 그리고 클릭 동작의 회피였다. 시각장애인과 운동장애인이 목표로 하는 객체를 선택하지 못하면, 객체를 잘못 선택하기 전으로 돌아가 객체를 선택하는 작업을 다시 시도해야 하는 문제가 발생한다. 따라서 객체의 선택이 실패하면, 손의 피로는 더욱 증가하고, 이로 인해 객체를 선택하는 작업을 포기하게 된다. 그리고 목표로 하는 객체를 선택하는 작업은 주로 손을 이용하는데, 객체를 선택하는 작업은 반복적으로 수행되므로, 피로가 누적되어 작은 손상

을 일으킨다. 작은 손상의 지속적인 발생은 근골격계의 손상을 가져와, 장애를 가진 사람들에게 객체를 선택하는 작업을 포기하게 할 정도로 고통을 준다.

결과적으로, 조정-표시 획득의 조정과 클릭 동작을 피하는 방법과 함께 손가락과 손목, 팔꿈치, 그리고 어깨 관절의 관절가동범위와 근육의 탄성을 고려해야 한다. 이를 통해 커서는 관절가동범위를 고려하여 최대로 구부린 위치와 최대로 편 위치에서 근육의 사용을 피해야 한다. 그리고 근육의 탄성을 고려하여 반복적인 객체 선택 작업의 피로를 줄이기 위해 근육을 수축한 뒤에 이완하면 근육의 길이가 원상태로 회복되는 근육 되돌림 현상을 이용하는 방법들이 연구되어야 한다.

5. 결론

정보통신의 발달은 장애인들에게 언제 어디서나 교육을 받을 수 있는 환경을 제공하였다. 장애인들을 위한 접근성 향상을 위한 노력에도 불구하고, 장애인이 이러닝과 스마트 러닝을 위한 접근성은 크게 향상되지 않았다. 이러닝과 스마트 러닝 환경에서 객체를 선택하는 것은 기본적인 작업이다. 그러나 시각 장애인과 운동 장애인은 객체가 작고, 서로 밀접하게 붙어 있고, 객체 사이의 구분이 불명확한 환경에서 목표로 하는 객체를 선택하기 어렵다. 따라서 이와 같은 환경에서 객체들 가운데 목표로 하는 객체를 쉽게 선택하기 위해서 피켓의 법칙과 조정-표시 획득, 그리고 시작반응 효과를 기반으로 한 시각 장애인과 운동 장애인을 위한 커서들이 설계되었다.

본 기고에서는 시각 장애인과 운동 장애인을 위한 커서를 객체와 커서의 너비를 증가시키는

커서와, 커서와 객체 사이의 거리를 줄인 커서, 객체들 사이에 충분한 간격을 둔 커서, 클릭 동작을 피한 커서, 그리고 객체와 커서와의 거리를 줄이기 위한 다수의 커서를 가진 커서들로 분류하고, 각각의 커서가 가지고 있는 특징을 살펴보았다. 다양한 장애 유형에 따라 적합한 커서를 각각 설계하는 것은 매우 어려운 일이다. 따라서 본 기고에서는 다음과 같이 제안한다. 첫째, 장애 유형에 공통적으로 적용될 수 있는 장애인 중심의 커서가 개발되어야 한다. 둘째, 장애인이 목표로 하는 객체의 선택에 실패하는 경우, 이를 회복하기 위해 많은 노력과 시간이 필요하므로 오류에 강한 커서의 설계가 필요하다. 마지막으로 객체를 선택하는 작업은 반복된 동작을 지속적으로 수행하므로, 반복된 동작으로 인한 근·골격계의 손상을 방지하기 위해 관절 가동범위와 근육의 탄성을 고려한 커서의 설계가 필요하다.

참 고 문 헌

[1] 김정배, 김창걸, 문종희, "장애아동 교육에 필요한 스마트러닝 콘텐츠 요구도 조사," 특수교육저널 제15권, 제2호, pp.1-19, 2014.

[2] 서유진, "장애인을 고려한 스마트폰 접근성 기능과 접근성 기준 만족도 분석," 특수교육저널: 이론과 실천, 제12권, 제4호, pp.361-392, 2011.

[3] World Health Organization, "Visual impairment and blindness," World Health Organization, 2015, [Online] Available: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs282/en>. [Accessed: Jan, 05, 2016].

[4] World Health Organization, "What are neurological disorders?," World Health Organization, 2016, [Online]. Available: <http://www.who.int/features/qa/55/en/>. [Accessed: Jan, 26, 2016].

[5] T. Grossman and R. Balakrishnan, "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, April 02-07, Portland, Oregon, USA, pp.281-290, 2005.

[6] L. Findlater, et al., "Enhanced area cursors: Reducing fine pointing demands for people with motor impairments," Proceedings of the 23th annual ACM symposium on User Interface Software and Technology(UIST), pp.153-162, 2010.

[7] Chapuis, O. and Dragicevic, P., "Small Targets: Why are they So Difficult to Acquire?," LRI Technical Report Number 1508, Laboratoire de Recherche en Informatique, 2008.

[8] P. Kabbash, A. William, and S. Buxton, "The "prince" technique: Fitts' law and selection using area cursors," Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems, May 07-11, Denver, Colorado, United States, pp.273-279, 1995.

[9] J. M. Castellote, M. E. L. Van den Berg, and J. Valls-Solé, "The StartReact Effect on Self-Initiated Movements," BioMed Research International, vol. 2013, pp.1-9, 2013.

[10] J.M. Castellote and J. Valls-Solé, "The StartReact effect in tasks requiring end-point accuracy," Clinical Neurophysiology, vol. 126, pp.1879-1885, 2015.

[11] A. Jansen, L. Findlater, and J. O. Wobbrock, "From the lab to the world: lessons from extending a pointing technique for real-world use," Proceedings of the International Conference on Human Factors in Computing Systems(CHI 2011), pp.1867-1872, 2011.

[12] M. J. McGuffin and R. Balakrishnan, "Fitts' law and expanding targets: Experimental

- studies and designs for user interface", *ACM Transaction on Computer-Human Interaction*, vol.12, no. 4, pp.388-422, 2005.
- [13] C. Gutwin, "Improving focus targeting in interactive fisheye views", *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, April 20-25, Minneapolis, Minnesota, United States, pp. 267-274, Apr. 2002.
- [14] D. Ahlström, M. Hitz, and G. Leitner, "An evaluation of sticky and force enhanced targets in multi target situation," *Proceedings of the 4th Nordic conference on Human-computer interaction: changing roles(NordiCHI '06)*, pp.58-67, 2006.
- [15] A. Worden, N. Walker, K. Bharat, and S. Hudson, "Making computers easier for older adults to use: area cursors and sticky icons," *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, March 22-27, Atlanta, Georgia, United States, pp.266-271, 1997.
- [16] P. Baudisch, et al., "Drag-and-pop and drag-and-pick: Techniques for accessing remote screen content on touch- and pen-operated systems," *Proceedings of Interact*, pp.57-64, 2003.
- [17] Y. Guiard, R. Blanch, and M. Beaudouin-Lafon, "Object pointing: a complement to bitmap pointing in GUIs," *Proceedings of the 2004 conference on Graphics interface*, May 17-19, London, Ontario, Canada, p.9-16, 2004.
- [18] R. Blanch, Y. Guiard, and M. Beaudouin-Lafon, "Semantic pointing: improving target acquisition with control-display ratio adaptation," *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, April 24-29, Vienna, Austria, pp.519-526, 2004.
- [19] J. O. Wobbrock, J. Fogarty, S. Y. Liu, S. Kimuro, and S. Harada, "The angle mouse: Target-agonistic dynamic gain adjustment based on angular deviation," *Proceedings of the 27th international conference on Human factors in computing systems*, April 04-09, 2009, Boston, MA, USA, pp.1401-1410, 2009.
- [20] L. Li and K. Z. Gajos, "Adaptive click-and-cross: adapting to both abilities and task improves performance of users with impaired dexterity," *Proceedings of the 19th international conference on Intelligent User Interfaces (IUI)*, pp.299-304, 2014.
- [21] 이종원, 박지수, 김형근, 손진곤, "객체의 분리와 확대 기능을 이용한 저시력인용 커서의 설계 및 구현", *한국정보기술학회논문지*, 제13권, 제8호, pp.133-138, 2015.
- [22] 이종원, 박지수, 손진곤, "음성 도우미 기능을 이용한 시각장애인용 커서의 설계 및 구현", *한국정보기술학회논문지*, unpublished, 2016.
- [23] W. Feng, M. Chen, and M. Betke, "Target reverse crossing: a selection method for camera-based mouse-replacement systems," *Proceedings of the 7th International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments(PETRA '14)*, no.39, 2014.
- [24] E. K. Choe, K. Shinohara, P. K. Chilana, M. Dixon and J. O. Wobbrock, "Exploring the design of accessible goal crossing desktop widgets," *Proceedings of the 27th international conference on Human factors in computing systems*, April 04-09, 2009, Boston, MA, USA, pp.3733-3738, 2009.
- [25] M. Kobayashi, and T. Igarashi, "Ninja cursors: Using multiple cursors to assist target acquisition on large screens," *In Proc. CHI '08*, pp.949-958, 2008.
- [26] C. Yu, et al., "The satellite cursor: achieving MAGIC pointing without gaze tracking using

multiple cursors," Proceedings of the 23th annual ACM symposium on User Interface Software and Technology(UIST), pp.163-172, 2010.

- [27] A. Cockburn and P. Brock, "Human on-line response to visual and motor target expansion," Proceedings of Graphics Interface 2006(GI '06), pp.81-87, 2006.
- [28] E. Charoenchaimonkon and P. Janecek, "Characterizing non-visual target acquisition tasks with the aid of a tactile display: investigating factors beyond the classical Fitts' theorem," Universal Access in the Information Society, vol.14, no.4, pp.459-475, 2015.



박 지 수

이메일 : bluejisu@cnu.ac.kr

- 2013년 고려대학교 컴퓨터교육과 (이학박사)
- 2013년~2015년 고려대학교 연구교수
- 2015년~현재 충남대학교 SW중심대학사업단 교수
- 관심분야: 분산 시스템, 클라우드, 모바일 클라우드 컴퓨팅, e-Learning

저 자 약 력



손 진 곤

이메일 : jgshon@knou.ac.kr

- 1991년 고려대학교 전산학전공 (이학박사)
- 1991년~현재 한국방송통신대학교 컴퓨터과학과 교수
- 2000년~현재 ISO/IEC JTC1/ SC36 Korea Delegate
- 2009년~현재 이러닝학회 부회장
- 2010년~2010년 정보처리학회 부회장
- 관심분야: 컴퓨터통신망, 분산시스템, 그리드 컴퓨팅, e-Learning, 정보기술 표준화



이 종 원

이메일 : hosori@bohun.or.kr

- 2000년 한국방송통신대학교 컴퓨터과학 (학사)
- 2012년 한국방송통신대학교 정보과학과 (석사)
- 관심분야: 인간 컴퓨터 인터페이스, 보편적 디자인, 보조공학