

# 장비활용 실습에서 피교육자의 학습과정에 관한 연구

## A Study on Students' Learning Process in Practical Education using an Equipment

정 광 태\*

Kwang-Tae Jung\*

요 약

실천공학 교육을 위하여 피교육자에 대한 많은 실습과정이 요구되고 이 과정에서 여러 종류의 실습장비가 활용될 수 있다. 다양한 실습장비에 대한 다양한 피교육자들의 장비활용에 관한 학습능력을 나타낼 수 있는 방법으로 학습곡선이론의 적용방안을 모색하였다. 학습곡선이론은 기본적으로 생산관리 분야에서 활용되었던 이론으로, 인간 공학적 측면에서 인간의 수행능력에 기반한 이론이다. 본 연구에서는 디자인 분야에서 활용되고 있는 시선추적장비를 대상으로 피교육자의 학습과정에 대한 학습곡선이론의 적용방안을 연구하였다. 시선추적장비의 하드웨어 셋업과 주시영역 기록의 두가지 실습과제를 교육한 후, 반복수행에 따른 과제수행시간을 측정하여 학습곡선모델을 적용하였다. 예측된 수행시간과 실제 수행시간과의 비교분석을 통하여 학습곡선모델의 적용가능성을 분석하였다. 그 결과 학습곡선모델은 실습장비를 활용한 실습교육에서 피교육자의 학습과정을 적합하게 묘사하는 것으로 나타났다.

**Key Words** : Learning curve, Eye Tracking System, ANOVA, Correlation analysis

### ABSTRACT

For practical education, many practices using various practical equipments have to be provided to students. In this study, the application of learning curve to represent student's learning process in a practical education using a equipment was studied. Learning curve model was originally developed in production management and based on human performance in human factors aspects.

In this study, the application of learning curve model was studied on the eye tracking system, which is used to evaluate the usability of a product in design area. As a case study for its applicability, practical education for eye tracking system was provided to three students and then task completion times were measured for hardware system setup and gaze image recording. Learning curves were estimated for two tasks and then task completion times were predicted using the learning curves. Through ANOVA(analysis of variance) and correlation analysis, the applicability of learning curve to practical education was analysed. As the result, learning curve could be effectively applied to practical education using equipment.

---

\* 한국기술교육대학교 디자인공학과(ktjung@kut.ac.kr)

제1저자 (First Author) : 정광태

교신저자 : 정광태

접수일자 : 2012년 4월 22일

수정일자 : 2012년 5월 21일

확정일자 : 2012년 6월 04일

## I. 서론

실습교육에 있어 피교육자들은 많은 종류의 장비에 대한 사용방법을 익혀야 한다. 실습장비의 사용방법을 익히는데 있어 피교육자들의 학습능력은 사람마다 다른 현상을 보이고 동일한 피교육자라 하더라도 장비의 종류에 따라서도 다른 현상을 보인다.

인간은 원천적으로 그 학습능력에 있어 많은 개인차를 보이고 있지만, 반복된 작업 수행은 작업수행도(task performance)를 향상시키는 결과를 가져오는데 있어서는 동일한 결과를 보인다[1].

학습성(learnability)은 인간이 어떠한 시스템을 얼마나 쉽게 배울 수 있는가의 정도를 나타낸다[2]. Jacob Nielsen은 인간이 쉽게 사용방법을 익힐 수 있도록 학습성을 설계하는 것이 중요하다고 하였다[3]. 또한 시스템의 사용편의성(usability)에 관한 연구를 했던 Nielsen, Shackel, , Sheiderman 등 많은 연구자들은 시스템의 사용편의성을 결정하는데 있어 학습성을 가장 기본적인 속성으로 정의하고 있다[3][4][5].

실습장비를 활용한 실습교육에 있어 피교육자의 학습능력을 효과적으로 표현할 수 있는 모델을 제시할 수 있다면, 이를 통하여 실습 교육에 대한 피교육자의 학습 수행도를 예측할 수 있고, 장비를 활용한 실습시간 예측 등을 위해서도 효과적으로 활용할 수 있을 것이다. 또한 장비를 활용할 실습교육의 설계 및 프로그램 개발 등에 효과적으로 활용할 수 있을 것이다.

그러한 측면에서 본 연구에서는 장비를 활용한 실습교육에서 피교육자의 학습과정을 나타내기 위한 이론적 측면에서의 방법을 연구하였다.

학습성은 시스템의 사용방법을 얼마나 쉽게 배울 수 있는지를 나타내는 척도로, 본 연구에서는 학습성을 평가하기 위한 방법으로 학습곡선이론의 적용방안을 연구하였다.

학습곡선이론은 생산 및 작업관리 분야에서 도입되었던 이론으로, 작업자에 의한 생산량이 두 배가 될 때마다 생산 비용이 일정 비율로 감소하는 현상을 설명하기 위하여 학습곡선(learning curve) 모델을 도입하였다[2][6]. 학습곡선은 1930년대 항공기 기체 제조에서 생산량이 증가함에 따라 생산 비용이 감소하는 현상으로부터 개념화되었다. 이후 학습곡선의 개념은 누적 생산량과 그 비용의 수학적 관계를 설명하기 위해 사용되기 시작하였고 생산량과 비용

의 관계를 예측해 주는 도구로 사용되어 왔다[7].

이러한 학습곡선의 개념을 본 연구에서는 실습장비 교육과정에서의 학습을 설명하기 위한 모델로 도입하고자 하였다.

그에 대한 이론적 가설은 그림 1에서 볼 수 있는 바와 같이 인간은 어떠한 작업의 반복 수행에 따라 단위 작업을 수행하는데 걸리는 시간이 줄어든다는 것이다. 물론 어느 순간부터는 줄어드는 정도가 거의 없어 안정상태(steady state)에 도달할 것이다.

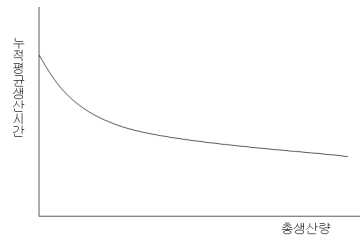


그림 1. 인간의 학습과정  
Fig. 1. Learning process of human being

장비를 활용한 실습교육도 인간의 특성에 비추어 볼 때 반복적인 학습에 의하여 장비를 활용한 실습과제의 수행시간이 그림 1과 같은 형태를 갖게 될 것이다.

본 연구에서는 학습곡선모델을 적용한 이론적 과정과 시선추적장비(eye tracking system)를 활용한 실습교육에서의 과제 수행시간에 대한 실험적 과정을 통하여 피교육자의 학습과정을 연구하였다.

## II. 장비활용 실습에서의 학습곡선 모델

인간의 활동은 동일한 것을 반복하여 수행할 때 그 일을 처리하는 능력이 향상되는 것으로 알려져 있다[1]. 따라서 한 가지의 작업에 소요되는 작업시간은 그 작업을 반복함에 따라 감소된다. 만약 어떠한 장비의 사용방법이 아주 단순한 것이면, 몇 번만 반복하여도 학습효과는 나타나지만, 복잡하고 어려운 장비에 대해서는 장기간에 걸쳐 오랜 시간 동안 반복한 후에 학습의 성과가 나타날 것이다.

사람이 어떤 작업을 반복하여 수행하면 그 작업에 숙달되게 되어 작업 사이클당 시간이 점점 짧아지는 현상을 볼 수 있다. 이러한 능률증대 현상은 학습효과(learning effect)로 설명할 수 있으며 학습곡선(learning curve)은 이 효과를 수학적 모델로 표시한 것이다[2].

학습곡선은 평균시간모델(Average Time Model)과 한계시간모델(Marginal Time Model)의 두 가지로 정의할 수 있다. R을 학습률이라 할 때 평균시간 모델은 생산량이 두 배로 증가될 때마다 누적평균생산시간이 (1-R) 만큼 감소되는 것을 가정한 모델이며, 한계시간모델은 생산량이 두 배로 증가되는 시점의 제품단위 생산시간이 (1-R)만큼 감소된다는 것을 가정한 모델이다[2].

이전의 연구를 통하여 인간의 작업수행에 대한 수행능력을 나타내는데 있어 평균시간 모델이 한계시간 모델보다 더 적합한 것을 알 수 있다[8]. 따라서 본 연구에서는 장비활용 실습에 대한 피교육자의 학습능력을 표현하기 위하여 평균시간모델을 적용하였다.

평균시간모델은 생산량이 두 배로 증가될 때마다 누적평균생산시간이 (1-R)만큼 감소되는 것을 가정한 모델로, 장비 활용 실습의 반복에 따른 피교육자의 학습 현상을 평가하기 위한 목적으로 다음의 식을 정의할 수 있다[2].

$$y_x = a \cdot R^m$$

여기서

- $y_x$  = x번째 반복 실습에서의 누적평균 실습 완료시간
- a = 첫 번째 실습 완료시간
- m = 실습 과제의 반복이 두 배로 증가된 횟수 ( $m = \log X / \log 2$ )
- X = 실습과제의 반복 수행횟수
- R = 학습률

이 식을 다시 정리하면 다음의 식을 유도할 수 있다 [2].

$$y_x = a \cdot R^m$$

$$= a \cdot R^{(\log x / \log 2)}$$

양변에 log를 취하면

$$\log y_x = \log a + \log R^{(\log x / \log 2)}$$

$$= \log a + (\log x / \log 2) \cdot \log R$$

$$= \log a + \log x \cdot \log R / \log 2$$

$$= \log a + \log x^{(\log R / \log 2)}$$

따라서 x 번째 반복작업에서의 누적평균 실습 완료 시간은

$$y_x = a \cdot x^{\log R / \log 2} \text{ 으로 나타낼 수 있다.}$$

여기서  $b = \log R / \log 2$ 로 놓으면

$$y_x = a \cdot x^b \text{ 로 정의된다.}$$

예를 들어 어떠한 피교육자가 새로운 장비를 활용하여 실습과제 A를 수행하는 경우, 처음 실습에서의 완료시간이 20분이고 이 장비에 대한 학습률이 80% 라면, 실습과제 A를 10번째 반복하였을 때의 실습 완료시간은 다음과 같이 예측할 수 있다.

$$b = \log 0.8 / \log 2 = -0.097 / 0.301 = -0.32$$

10번째 반복작업까지의 누적평균시간

$$y_{10} = 20 \cdot 10^{-0.32} = 9.53$$

9번째 반복작업까지의 누적평균시간

$$y_9 = 20 \cdot 9^{-0.32} = 9.86$$

10번째 작업수행시간 =  $9.53 \cdot 10 - 9.86 \cdot 9 = 6.56$ 분

### III. 시선추적장비의 활용 실습

피교육자가 장비를 반복적으로 사용하는 과정에서 발생하는 학습과정을 학습곡선 모델에 의하여 효과적으로 설명할 수 있는지를 알아보기 위하여 간단한 실습 실험을 수행하였다.

실습을 통하여 장비를 활용한 실습과제 수행시간을 측정하였고, 이 자료를 바탕으로 학습곡선 모델에 적용하여 각 반복횟수당 과제완료시간을 예측(추정)하였다. 최종적으로는 예측된 과제완료시간이 실측된 완료시간의 경향을 잘 나타내고 있는지를 분석하였다.

#### 1. 시선추적장비

본 연구에서는 안구의 추적을 통하여 인간의 관심과 주의가 주어지는 구성요소를 파악하기 위한 목적으로 활용되는 시선추적장비의 교육 실습에 초점을 맞추었다.

본 연구에서 사용한 시선추적장비는 Dikablis 사에서 제작된 장비였는데, 이 장비는 그림 2와 같이 헤드유닛(head unit), 수신장치(receiving unit), 그리고 기록장치(recording unit)의 하드웨어(hardware)로 구성되어 있다. 헤드 유닛은 영상과 음성정보를 수신장치에 전달한다. 수신장치는 실시간으로 아날로그 PAL신호를 디지털화하는 특별한 프레임 수신 카드를 갖춘 개인용 컴퓨터의 기록장치에 3개의 신호를 전송한다.

기록장치에 전달된 데이터는 Dikablis 사의 소프트웨어를 사용하여 눈동자 영상과 필드 영상이 동시에 겹쳐진 시선영상을 하드디스크에 기록한다.



그림 2. Dikablis사의 시선추적장비 (좌: 기록장치, 우하: 수신장치, 우상: 헤드유닛)  
Fig. 2. Eye tracking system

## 2. 실험방법

피교육자는 시선추적장치를 사용한 경험이 없는 대학생 3명이었고, 피교육자에게는 장비를 처음 접하는 상태에서 장비의 사용방법에 대하여 교육을 받았다. 교육이 완료된 후, 피교육자는 장비의 하드웨어 셋업과 소프트웨어 사용에 관한 과제를 수행하도록 하였다.

교육자는 피교육자의 과제 수행시간을 측정하고 과제 수행이 끝나는 시간으로부터 10분간 휴식을 취하게 한 다음 같은 과제를 반복하여 총 8회를 수행하였다. 본 연구에서 수행된 실습과제는 다음과 같다.

### (1) 하드웨어 셋업

시선추적장비의 하드웨어 시스템을 셋업하기 위하여 컴퓨터 연결, 리시버 연결, 그리고 헤드유닛 착용의 세가지 과정이 필요하다. 컴퓨터의 셋업에서는 다음의 과정들이 수행되어야 했다.

- 메인 컨트롤 스위치가 꺼져 있는지 확인한다.
- 전원 케이블을 컴퓨터에 연결한다.
- 마우스를 컴퓨터에 연결한다.
- 컴퓨터에 리시버를 연결한다.
- 리시버의 전원 케이블을 연결한다.
- 모든 연결을 확인한다.
- 리시버의 메인 컨트롤 스위치를 켜다.
- 전원버튼을 눌러 컴퓨터를 켜다.



그림 3. 컴퓨터 셋업  
Fig. 3. computer setup

리시버를 컴퓨터에 연결하는 일반적 절차는 다음과 같다.

- 비디오 케이블을 그래픽 카드에 연결한다. 이때 커넥터 라벨의 명칭을 플러그 소켓 위의 라벨과 일치시킨다.
- 마이크론 입력 소켓으로 오디오 케이블을 연결한다.
- 전원 케이블을 컴퓨터에 연결한다. 이때 커넥터의 적색 표시를 전원 공급 카드의 적색 표시에 맞춘다.

리시버를 연결한 후에 피교육자는 일반적인 안경처럼 헤드유닛을 착용한다. 이마에 받침대가 잘 걸쳐 있는지 확인하고, 카메라 마운트를 이마에 평행하게 정렬시키고, 코 받침대는 코뼈에 맞추어 저야 한다. 헤드 유닛을 착용한 후에, 다음 단계를 행하여 작동시킨다.

- 그림 4에 보이는 것처럼 축전지를 각 플러그 소켓에 연결한다.
- 헤드 유닛과 전원 공급 박스를 연결하는 케이블 근처의 작은 스위치를 사용하여 헤드 유닛의 스위치를 켜다.

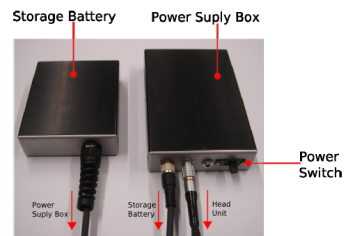


그림 4. 축전지 연결  
Fig. 4. battery connection

이상의 절차를 수행하면 하드웨어 셋업이 완료되게 된다. 물론 셋업절차가 반드시 정해진 순서에 따라 이루어질 필요는 없다. 장비를 사용하기 적절하게 장비가 셋업되면 과제의 수행이 완료된 것으로 판단하였다. 과제수행의 완료여부는 교육자가 평가하였다.

(2) 소프트웨어 사용 실습

두 번째 실습은 레코딩 소프트웨어의 사용에 관한 것으로, 피교육자는 소프트웨어를 사용하여 피실험자가 주시하는 영상을 기록하는 단계를 수행하여야 했다.

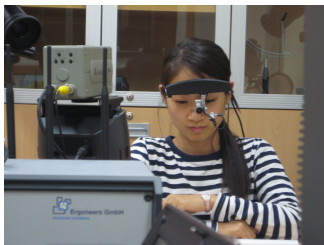


그림 5. 소프트웨어 사용실습 실험 장면  
Fig. 5. Experimental scene using software

주시영상 기록 실습은 하드웨어가 셋업된 상태에서 수행하였다. 피교육자는 주시영상 기록에 대한 설명을 들은 후에 이 과제를 수행하여야 했다. 주시영상기록을 위해서는 다음의 과정이 수행되어야 했다. 프로젝트를 만드는 과정에서는 새로운 프로젝트를 만들 수도 있고 기존의 프로젝트를 불러내어 만들 수도 있지만 본 실습에서는 새로운 프로젝트를 만드는 것에 국한하였다.

- 프로젝트를 만든다.
- Experiment를 만든다.
- 눈동자 감지를 조절한다.
- 시선 추적에 대하여 캘리브레이션을 한다.
- 주시 영상을 기록한다.

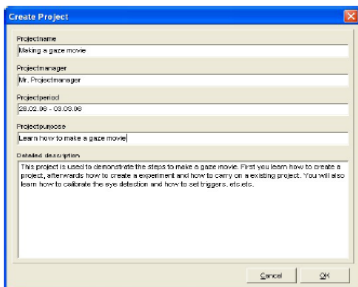


그림 5. 프로젝트만들기 다이얼로그  
Fig. 5. Dialog to make a project

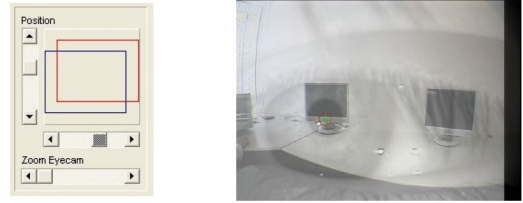


그림 6. 캘리브레이션 화면  
Fig. 6. calibration

이상의 과정이 완성되면 영상 기록을 시작할 수 있다. 본 실습은 영상기록이 시작되기 전까지의 시간으로 과제수행시간을 측정하였다.

3. 학습곡선 모델 추정

평균시간모델은 생산량이 두 배로 증가될 때마다 누적평균생산시간이 (1-R)만큼 감소되는 것을 가정한 모델이다. 본 연구에서는 실습 실험에서 측정한 피교육자들의 작업수행시간을 토대로 학습곡선 모델을 도출하였다.

(1) 시선추적장비 셋업 실습

표 1에는 작업1을 8번 반복 작업한 결과이고, 각 회당 피실험자들의 누적평균치를 구하였다. 누적평균치는 해당 횟수에서의 작업수행시간과 이전 횟수의 작업수행시간을 모두 더하여 해당 횟수로 나누어 준 값이다.

표 1. 하드웨어셋업 실습에 대한 실습완료시간  
Table 1. Task completion time in eye tracking system setup(sec)

반복수	1회	2회	3회	4회	5회	6회	7회	8회
피험자1	128	68	42	40	36	34	32	33
피험자2	151	65	46	50	41	38	38	36
피험자3	115	51	41	40	36	34	35	30
회당평균	131.3	61.3	43.0	43.3	37.7	35.3	35.0	33.0
누적평균	131.3	96.3	78.5	59.7	55.3	52.0	49.5	47.5

학습현상을 나타내는 학습곡선 모델을 추정하기 위하여 먼저 학습률을 구하여야 한다. 학습곡선 모델의 기본 원리가 작업의 반복이 두 배가 되는 시점의 누적평균시간이 (1-R)만큼 감소하는 것을 나타내는 것이기 때문에, 학습률 R은 2회까지의 누적평균시간을 1회까지의 누적평균시간으로 나누어 구할 수 있다. 따라서, 표 1의 실습자료를 바탕으로 시선추적장비에 대한 하드웨어 셋업에 대한 실습 과제의 학습 모델은 다음과 같이 도출된다.

▪ 학습률

$$R = 96.3 \div 131.3 = 0.73$$

▪ x번째 반복실습에서의 누적평균 실습완료시간

$$y_x = a \times x^{\log R / \log 2}$$

$$= 131.3 \times x^{\log 0.73 / \log 2}$$

$$= 131.3 \times x^{-0.45}$$

따라서  $y_x = 131.3 \times x^{-0.45}$

(2) 소프트웨어 사용 실습

하드웨어 셋업 실습과 마찬가지로 표 2에는 소프트웨어 사용실습으로 수행된 주시영상기록 과제에 대한 실습을 8번 반복 수행한 결과이고, 각 회당 피교육자들의 누적평균치를 구하였다. 누적평균치는 해당 횟수에서의 과제수행시간과 이전 횟수의 과제수행시간을 모두 더하여 해당 횟수로 나누어 준 값이다.

표 2. 주시영상기록 실습에 대한 실습완료시간  
Table 2. Task completion time for recording a gaze image (sec)

반복수	1회	2회	3회	4회	5회	6회	7회	8회
피험자1	182	84	70	60	54	53	50	45
피험자2	150	80	65	58	51	50	52	48
피험자3	165	78	70	62	60	55	51	52
회당평균	165.7	80.7	68.3	60.0	55.0	52.7	51.0	48.3
누적평균	165.7	123.2	104.9	93.7	85.9	80.4	76.2	72.7

표 2의 실습자료를 바탕으로 시선추적장비에 대한 주시영상기록 실습 과제의 학습 모델은 다음과 같이 도출되었다.

▪ 학습률

$$R = 123.3 \div 165.7 = 0.74$$

▪ x번째 반복실습에서의 누적평균 실습완료시간

$$y_x = a \times x^{\log R / \log 2}$$

$$= 165.7 \times x^{\log 0.74 / \log 2}$$

$$= 165.7 \times x^{-0.43}$$

4. 실습교육에서의 학습곡선 모델 적용에 대한 검증

피교육자들의 데이터로 부터 도출된 학습곡선 모델을 활용하여 실습과제가 반복수행될 때의 과제수행 예상시간을 구하였다. 구해진 과제수행 예상시간과 실제 측정된 자료와의 비교분석을 통하여 실습과제 수행에서의 피교육자의 학습현상을 나타내는데 학습곡선 모델이 적합하게 활용될 수 있는지를 검증하였다.

(1) 시선추적장비 셋업 실습

표 3은 시선추적장치의 하드웨어 셋업을 8회 반복 수행할 때의 과제 완료시간과 학습곡선모델을 추정하여 예측된 과제수행시간의 예측치를 나타낸 것이다.

표 3. 하드웨어셋업 실습에 대한 평균 실습완료시간과 예측시간(초)  
Table 3. Task completion time and prediction time in eye tracking system setup(sec)

반복수	1회	2회	3회	4회	5회	6회	7회	8회
회당 측정시간	131.3	61.3	43.0	43.3	37.7	35.3	35.0	33.0
누적평균	131.3	96.3	78.5	59.7	55.3	52.0	49.5	47.5
누적평균 예측시간	131.3	96.1	80.1	70.4	63.6	58.6	54.7	51.5
회당 예측시간	131.3	61.1	48.1	41.3	36.4	34.1	31.3	29.1

실습과제의 반복 8회까지의 측정된 완료시간과 예측된 완료시간을 그래프로 나타낸 것이 그림 6이다. 그림 6를 보면 실측시간과 예측시간이 과제의 반복 횟수에서 차이가 약간 존재하기는 하지만 거의 동일한 경향을 보이며 감소하고 있는 것을 알 수 있다. 특히 이러한 결과를 두 값 사이의 분산분석과 상관분석 결과를 통하여 확인할 수 있다.

분산분석결과를 보면 하드웨어 셋업과제에 대한 실측치와 예측치 사이에는 유의수준 0.05에서 유의한 차이가 존재하지 않음을 알 수 있다 ( $p=0.958 > 0.05$ ). 또한 실측치와 예측치 사이의 상관성을 분석한 결과를 보면, 실측치와 예측치 사이에는 매우 높은 상관성 (상관계수=0.997)이 존재함을 알 수 있다. 이러한 사실로부터 하드웨어 셋업과제에 대해 피교육자의 실습과제 수행시간을 예측하는 모델로서 학습곡선이 효과적으로 적용될 수 있음을 알 수 있다.

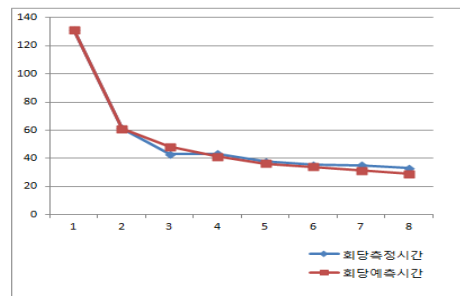


그림 6. 하드웨어셋업 과제에 대한 실측시간과 예측시간의 그래프  
Fig. 6. Graph of the measured time and predicted time for hardware setup

표 4. 하드웨어 셋업 과제에 대한 분산분석  
Table 4. ANOVA for hardware setup practise

분산분석					
시간	제곱합	df	평균 제곱	거짓	유의확률
집단-간	3.240	1	3.240	.003	.958
집단-내	15679.458	14	1119.961		
합계	15682.698	15			

표 5. 하드웨어 셋업 과제의 실측치와 예측치의 상관성 분석  
Table 4. Correlation analysis between measured and predicted time for hardware setup practise

상관계수		
	실측	예측
실측	Pearson 상관계수	.997**
	유의확률 (양쪽)	.000
	N	8
예측	Pearson 상관계수	.997**
	유의확률 (양쪽)	.000
	N	8

\*\* 상관계수는 0.01 수준(양쪽)에서 유의합니다.

(2) 소프트웨어 사용 실습

표 6은 시선추적장치의 소프트웨어 사용에서 주시영상 기록에 대한 과제를 8회 반복수행할 때의 과제 완료시간과 학습곡선모델을 추정하여 예측된 과제수행시간의 예측치를 나타낸 것이다.

표 6. 주시영역 기록 실습에 대한 평균 실습완료시간과 예측시간(초)

Table 6. Task completion time and prediction time in recording a gaze image (sec)

반복수	1회	2회	3회	4회	5회	6회	7회	8회
회당 측정시간	165.7	80.7	68.3	60.0	55.0	52.7	51.0	48.3
누적평균	165.7	123.2	104.9	93.7	85.9	80.4	76.2	72.7
누적평균 예측시간	165.7	123.0	103.3	91.3	82.9	76.7	71.8	67.8
회당 예측시간	165.7	80.3	63.9	55.3	49.3	45.7	42.4	39.8

하드웨어 셋업과제와 마찬가지로 반복 8회까지의 측정된 수행시간과 예측된 수행시간을 그래프로 나타낸 그림 7을 보면, 측정된 수행시간과 예측된 수행시간이 과제의 반복실습에서 반복횟수당 차이가 약간 존재하기는 하지만 거의 동일한 경향을 보이며 감소하고 있는 것을 알 수 있다. 이러한 결과는 주시영상 기록 자료에 대한 분산분석과 상관분석을 통해서도 확인할 수 있었다.

분산분석결과를 보면 주시영상기록 과제에 대한 실측치와 예측치 사이에는 유의수준 0.05에서 유의한 차이가 존재하지 않음을 알 수 있다 (p=0.811>0.05). 또한 실측치와 예측치 사이의 상관성을 분석한 결과를 보면, 실측치와 예측치 사이에는 매우 높은 상관성 (상관계수=0.99)이 존재함을 알 수 있다. 이러한

사실로부터 주시영상 기록 과제에 대해 피교육자의 실습과제 수행시간을 예측하는 모델로서 학습곡선이 효과적으로 적용될 수 있음을 알 수 있다.

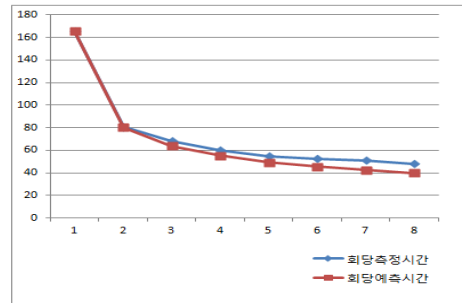


그림 7. 주시영상기록 과제에 대한 실측시간과 예측시간의 그래프

Fig. 7. Graph of the measured time and predicted time for gaze image recording

IV. 결론

기업에서 요구하는 실무능력을 겸비한 인력을 양성하기 위해서는 다양한 종류의 장비를 활용한 실습교육이 요구된다. 인간은 반복학습을 통하여 다양한 지식과 실무능력을 향상할 수 있는데, 실습장비를 활용한 실습교육에서도 이러한 현상이 발생한다는 가설로부터 실습교육에서의 피교육자의 학습현상을 연구하기 위한 목적으로 본연구가 이루어졌다.

본 연구는 디자인분야에서 제품의 사용성을 평가하기 위한 목적으로 활용범위가 넓어지고 있고, 특히 최근 스마트 기기의 보급으로 제품의 사용성이 더욱 중요해지고 있는 시점에서 많은 기업들이 제품의 사용성을 평가하기 위한 목적으로 활용되고 있는 시선추적장비의 실습교육에 초점을 맞추어 진행되었다. 시선추적장비에 대한 피교육자의 교육과 반복실습과정에서 나타나는 피교육자의 학습현상을 이론 및 실험적 측면에서 분석하였다.

사실, 장비를 활용한 실습과정에서 피교육자의 학습에 대한 이론 및 실험적 측면에서 진행된 연구사례는 없었는데, 본 연구를 통하여 피교육자의 학습현상을 이론적으로 나타내고, 실험적 과정을 통하여 분석함으로써 장비 실습에 대한 피교육자의 학습현상을 효과적으로 나타낼 수 있는 모델을 제시할 수 있었다.

본 연구에서는 시선추적장비의 실습교육에 대하여 피교육자의 반복실습을 통하여 과제의 완료시간을 구하였고, 이를 통하여 학습곡선 모델을 도출하였으며, 실측자료와 예측자료의 다변량 분석을 통하여 도

출된 모델이 적합한지를 밝힐 수 있었다. 실제적으로 도출된 학습곡선 모델이 각각의 반복 실습에서의 정확한 값을 예측하는데 있어서는 약간의 차이가 있더라도 실습교육에서의 피교육자의 학습에 대한 전체적인 현상을 나타내는데 학습곡선이론이 효과적으로 적용될 수 있음을 확인할 수 있었다. 이러한 결과는 실습교육에서 요구되는 장비의 선정이나 실습 교육 그룹의 학습에 대한 비교평가, 그리고 피교육자 개인의 학습능력 등을 평가하는 목적으로 학습곡선이론의 활용이 확장될 수 있음을 보여준다.

본 연구는 장비를 활용한 실습교육에서 학습곡선 모델이 피교육자의 학습현상을 적합하게 나타낼 수 있는지를 알아보기 위한 것이었기 때문에, 많지 않은 피교육자를 대상으로 한 실습교육과 복잡하지 않은 실습 실험을 통하여 모델의 적용가능성을 분석하였다. 하지만 제시된 방법의 일반화를 위해서는 다양한 장비를 활용한 실습교육 과정에 대한 검증 과정이 필요하고 향후 연구를 통하여 보완할 계획이다.

정 광 태 (Kwangtae Jung)

중신회원



1988년 2월: 고려대학교 산업공학과 (공학사)

1990년 2월: KAIST 산업공학과 석사

1996년 2월: KAIST 산업공학과 박사

1997년 3월 ~ 현재 : 디자인공학과 교수  
〈관심분야〉 인간공학응용 디자인, 감성공학 등

### 참 고 문 헌

- [1] 박경수, 인간공학, 영지문화사, 2004.
- [2] 정광태, 홍자인, “제품의 학습성을 평가하기 위한 학습곡선 모델의 적용”, *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, Vol 27, No 2, 59-65, 2008.
- [3] Jacob Nielsen, *Usability Engineering*, AP Professional, 1993.
- [4] B. Shackel, *Human Factors for Informatics Usability*, Cambridge University Press, 21-37, 1991.
- [5] B. Shneiderman, *Designing the user interface: Strategies for effective human-computer interaction (3rd ed.)*, Addison-Wesley, 1998.
- [6] Linda Argote and Dennis Epple, “Learning curves in manufacturing”. *Science*, Vol 247, 920-924, 1990.
- [7] Louis E. Yell, “The learning curve: Historical review and comprehensive survey”, *Decision Sciences*, Vol 10, 302-328, 1979.
- [8] Allison M. Anderson, Gary A. Mirka, David B. Kaber, “Analysis of Alternative Keyboards Using Learning Curves”, *Human*