

웹 기반 학습에 있어서 공간 지각력과 정보제공 창의 형태 간의 관계 분석

임 연욱

한양사이버대학교 교육공학과

요약

공간적 표현에 대한 지식은 공간적 배열의 특징과 그 특징들 사이의 관계를 그들의 기능을 고려하여 인지하는 방식과 연관이 있는 바, 본 연구에서는 웹기반 교육에 있어서 두 가지의 정보 제공 창의 형태(타일창, 단일창)를 학습자의 공간지각력과 연관지어서 비교, 분석하였다.

본 연구는 공간지각력과 정보제공 창의 형태에 대한 상호작용을 학생들의 인지적 지식의 습득도를 통해 조사, 연구하기 위해 미국 펜실베이니아 주의 Falk School에 재학 중인 71명의 초등학생을 대상으로 공간지각력에 대한 사전검사를 실시하고 두 실험 집단으로 나누어 과학내용에 관한 웹기반 수업을 실시하였다. 사후검사를 통해 학생들의 인지적 지식의 습득도가 측정되었고 이는 다변량 선형 회귀분석을 실시한 바에 의하면, 공간 지각력은 사후 검사 점수에 명백하게 통계적으로 유의한 주효과를 보였다. 이 같은 결과는 전체표본과 부표본에서 모두 나타났다.

웹 기반 학습에서의 아동들의 인지적 지식의 습득도는 그들의 공간지각력과 정(+)의 관계가 있으며, 공간지각력과 정보 제공 창의 형태 사이에 상호 작용의 패턴이 있음을 알 수 있는데, 이는 웹 기반 학습에 있어서 공간지각력이 낮은 학생들은 타일창에서 인지적 지식의 습득도가 더 높게 나타났고 공간지각력이 높은 학생들은 단일창에서 인지적 지식의 습득도가 더 높게 나타났다.

A STUDY OF SPATIAL ABILITY AND WINDOW PRESENTATION STYLES IN WEB-BASED INSTRUCTION

Yeonwook Im

Hanyang Cyber University, dept. of Educational Technology

Abstract

A window presentation style, either tiled window or single page design, determines the spatial arrangement of information in a modern computer-based instructional design. This study investigates the interaction between spatial ability and window presentation style in terms of student's achievement of cognitive knowledge through Web-based instruction. Seventy-one students from the Falk School in Pennsylvania were pre-tested to determine their level of spatial ability, then randomly divided into two treatment groups in order to study a Web-based

instructional unit on *flowering plants*. The Web-based instructional package was organized with either tiled window presentation or single page presentation. A posttest measured participants' acquisition of the instructional content. Posttest and spatial ability test scores were analyzed using multi-variate linear regression for the full sample (n=71) and three sub-samples: (a) 4th and 5th grade students only, (b) female students only, and (c) 4th and 5th grade female students only. The goals of the data analysis included the examination of (i) the correlation between spatial ability and posttest scores; (ii) the correlation between window presentation style and posttest score; and (iii) the interaction between spatial ability (aptitude) and presentation style (treatment). The data from all four sample groups showed a significant relationship between spatial ability and achievement of cognitive knowledge at the 1% level of significance. The aptitude-treatment interaction between spatial ability and style of window presentation was not significant in the full sample, but was significant in the sub-samples either at the 10% or 5% level. In neither the full sample nor any sub-sample data did window presentation style have an impact on average posttest score. In all analyses, the higher the level of spatial ability, the higher the posttest score. The sub-samples revealed that students with low spatial ability performed better with the tiled window presentation, while those with high spatial ability did better with the single page presentation. Neither window presentation style was shown to better foster learning by children of all levels of spatial ability.

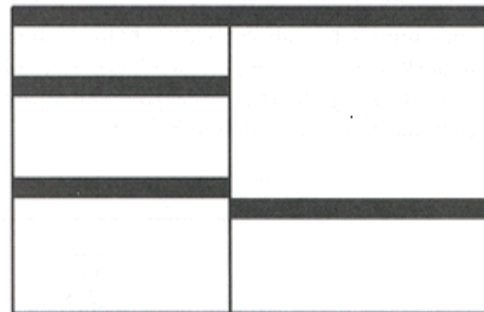
I. 서론

웹 기반 학습이 보편화되어감에 따라, 학습효과를 향상시키기 위한 웹 페이지 설계 원리에 대한 관심이 증대되고 있으며 그러한 원리를 수립하려는 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 효과적인 웹 기반 학습 설계를 위해서는 대상 학습자들에 대한 세밀한 이해가 필요하며 학습 과제의 특성을 파악하는 것이 필수적이다[9][11][13]. 또한 웹 페이지의 여러 가지 설계상의 요인들과 학습자가 어떻게 상호 작용하는 지에 대한 깊은 이해가 요구된다[3][17].

컴퓨터 화면 위에 개별 정보 단위들을 디스플레이 하기 위해 정보제공 창을 사용하게 된 것은 컴퓨터 사용자 인터페이스에 있어서 중요한 혁신이다. 정보 제공 창은 학습자에게 외부 기억 장치 (external memory, [4])로서 기능함으로써 학습을 도와줄 수 있는 가능성을 가지고 있다. 정보 제공 창은 사용자들에게 여러 가지 정보원을 동시에 볼 수 있게 해주고 미완의 작업을 상기시켜 줌으로써 사용자들의 기억 부담을 상당히 덜어준다[7]. 그러나 다양한 형태로 제시되는 정보가 사용자에 대한 인지적 부담(cognitive load) 때문에 오히려 학습에 방해가 될 수 있다는 점[27]을 고려할 때 학습자에게 불필요한 인지부하를 최소화하고[2] 학습자의 작동기억용량(working memory capacity)을 초과하지 않도록 정보를 제공하는 것이 무엇보다 중요하다고 하겠다[25].

정보 제공 창들의 정렬 및 제시 방법이 학습자의 정보 처리 방법에 중대한 영향을 미칠 수 있지만, 이 변인이 아직 충분한 연구상의

주목을 받지 못했다. 정보 제공 창의 형태와 학습자의 인지적 지식 습득도와의 관계를 규명하기 위해, 본 연구에서는 두개의 정보제공 창의 형태를 대비하여 고려하였다. [그림 1]이 보여주듯이 타일 형태로 동시에 정보제공 창이 나란히 배열되는 타일창과 컴퓨터 화면에 한번에 한 개의 정보 제공 창이 제공되는 단일창의 설계가 바로 그것이다.



타일창



단일창

[그림 1] 정보 제공 창의 형태

타일창에서는 컴퓨터 화면이 서로 겹치지 않는 여러 개의 정보제공 창으로 분할되어 있다. 이 같은 설계에서는 각각의 정보 제공 창들이 서로 다른 웹 페이지를 보여 주게 된다. 이와는 대조적으로, 단일창의 설계는 한 번에 하나의 정보 제공 창만을 학습자에게 보여 준다.

타일창에서는 예를 들어 그 중 하나의 정보 제공 창에 개괄적인 사이트맵 을 지속적으로 보여 줌으로써 학습자들이 학습내용의 개관을 숙지하도록 도와 줄 수 있도록 하는 장점이 있다. 또한 정보 제공 창의 크기와 장소의 변화 없이 항상 일정하게 존재함은 공간적 큐(spatial cue)를 제공하고 인지적 부담을 경감시킴으로써 학습에 도움을 줄 수 있다. 그러나 타일 형태에서는 어떤 정보 제공 창은 일시적으로만 필요함에도 불구하고 항상 화면의 일부를 점하고 있다는 비효율성, 그리고 여러 창이 동시에 보여주는 내용들이 학습자의 주의력 집중을 방해할 수 있다는 잠재적 단점이 존재한다. 타일창이 공간적 큐를 이용하여 정보를 시각적으로 체계화 하는(organize) 방법을 제공함으로써 학습을 촉진시킬 것인지, 아니면 이 같은 타일창의 잠재적 이점이 복잡한 화면 구성과 주의력 분산이라는 잠재적 단점으로 인해 상쇄될 것인지 분명치는 않다.

단일창에서는 하나의 정보 제공 창의 전적으로 화면을 차지하게 되므로 타일창에서와 같은 화면 이용의 비효율성이나 학습자의 주의력 집중 저하라는 잠재적 단점은 없다. 그러나 단일창에서는 화면 전체가 한꺼번에 새로 고쳐지거나 스크롤되므로 화면의 나머지 부분과는 독립적으로 일정하게 상존하는 화면 공간을 이용한 공간적 큐의 제공이나 인지적 부담 경감의 가능성은 없다.

본 연구에서는 두 가지의 정보 제공 창의 형태를 학습자의 공간 지각력과 연관지어서 비교할 것이다. 공간적 표현에 대한 지식은 공간적 배열의 특징과 그 특징들 사이의 관계를 그들의 기능을 고려하여 인지하는 방식과 연관이 있다[8]. 공간적 큐나 인지 구조(schema)를 이용하는 능력에는 개인차가 있는데, Salthouse, Babcock, Mitchell, Palmon, 그리고 Skovronek(1990)에 의하면, 공간적 시각화 능력이 낮은 사람들이 공간적 시각화 능력이 높은 사람과 같은 정도의 정보처리를 하기 위해서는 더 많은 작동 기억(working memory) 공간이 필요하다고 한다. 공간 지각력이 공간적 패턴을 인지하거나 공간에 펼쳐진 객체들에 대해 방위 감각을 유지하는 능력이라 정의된다면[12], 기억력 보조의 역할을 수행할 수 있는 타일창은 공간 지각력이 높은 학생들보다 공간 지각력이 낮은 학생들에게 더 많은 도움을 줄 수도 있다.

공간 지각력에 대한 연구는 오래된 역사를 가지고 있음에도 불구하고(e.g., [16][22][31], 웹

기반학습에 있어서 공간 지각력과 정보 제공 창의 형태 간의 관계는 아직 규명된 바가 없다. 본 연구에서는 학습자의 공간 지각력이 웹 기반 학습의 인지적 지식 습득도에 대한 직접적인 영향 뿐 아니라 정보 제공 창의 형태와의 상호작용을 통한 영향도 있을 것이라 예상된다.

본 연구가 탐구할 연구 문제는 다음과 같다.

1. 아동을 위한 웹 기반 학습에 있어서 공간 지각력과 정보 제공 창의 형태사이의 상호작용이 있는가?

2. 아동들의 웹 기반 학습에서 인지적 지식 습득에 있어서 정보 제공 창의 형태가 주효과를 갖는가?

3. 아동들의 웹 기반 학습에서 인지적 지식 습득에 있어서 공간 지각력이 주효과를 갖는가?

II. 연구 방법

1. 연구 설계

본 연구는 적성-처치간의 상호 관계(Aptitude-Treatment Interaction, ATI)를 탐구하는 실험 설계를 연구 방법으로 인지적 지식 습득도(결과 변인)에 영향을 미치는 공간 지각력(적성 변인)과 정보 제공 창의 형태(처치 변인) 간의 상호작용을 탐구한다. 실험 결과 얻어진 자료의 통계적 분석을 위해서는 다변량 변인 선형 회귀 분석 방법을 이용하였다. 본 연구에서 추정하는 회귀 방정식은 다음과 같다.

$$psttest = b_0 + b_1 (\text{style}) + b_2 (\text{sat}) + b_3 (\text{intact}) + \text{residual}$$

등식의 왼편에 있는 종속 변수는 인지적 지식 습득도를 측정하기 위한 사후 검사의 점수(psttest)이다. 등식의 오른편에는 종속 변수를 설명해 주는 세 개의 독립 변수가 있는데, 우선, 정보 제공 창의 형태를 나타내는 독립변수 style 은 더미(dummy) 변수로서 정보 제공 창의 형태가 단일창일 때는 0, 타일창일 때는 1의 값을 가진다. 다음으로 독립변수 sat 는 공간 지각 검사의 점수인데 표본에서는 7과 32사이의 값을 취한다. 마지막으로 독립변수 intact는 다른 두 독립변수 style 과 sat의 곱으로서 style 변수가 0의 값을 가지면 0, style 변수가 1의 값을 가지면 sat와 같은 값을 가진다. 따라서 본 연구의 회귀분석은 다음의 두 회귀선을 추정하는 것과 같다.

$$psttest = b_0 + b_2 (\text{sat}) + \text{residual} \\ \text{if style} = 0$$

$$psttest = (b_0 + b_1) + (b_2 + b_3) (\text{sat}) + \text{residual} \\ \text{if style} = 1$$

본 연구에서는, Cronbach 와 Snow(1977)가 정립한 ATI 연구방법론에 따라, 공간 지각의 수준이 개별 학생의 학습 인지적 지식의 습득에 미치는 영향의 크기가 학습에 사용된 정보제공 창 의 형태에 의존한다면, 즉 위의 회귀 방정식에서 계수 b_3 가 통계적으로 유의하여 두 회귀선의 기울기가 다르게 되면, 정보제공 창 의 형태와 공간 지각 능력 간에 상호 작용이 존재하게 된다고 본다.

2. 연구대상 및 표본의 특성

본 연구의 실험 참가자들은 미국 펜실베이니아 주에 Falk School에 재학 중이었던 71명의 3학년, 4학년, 5학년 학생들이다. 모집단의 표본은 연령별로는 7세에서 10세까지이며, 학년별로는 3학년 24명, 4학년 24명, 5학년 23명이다. 그리고 성별로는 여자 어린이 33명, 남자 어린이 38명으로 구성 되어 있다.

71 명의 실험 참가자들을 학년과 성별에 따라 분석한 결과는 <표1>에서 볼 수 있다.

<표 1> 표본의 특성

	성별					
	여자		남자		전체	
	N	S.A.T. (s.d.)	n	S.A.T. (s.d.)	n	S.A.T. (s.d.)
학 년	3	8 18.75 (5.06)	16	17.69 (6.42)	24	18.04 (5.91)
	4	13 22.54 (7.22)	11	23.64 (4.99)	24	23.04 (6.19)
	5	12 25.08 (4.08)	11	21.64 (5.55)	23	23.44 (5.04)
전 체	33	22.55 (6.07)	38	20.55 (6.20)	71	21.48 (6.18)

<표1>에서는 각 부표본의 크기와 공간 지각력의 평균 점수(S.A.T.), 그리고 표준 편차(s.d.)가 드러나 있다. <표1>에 의하면 3학년 학생들의 공간 지각력이 4학년과 5학년보다 상당히 낮게 나타났고, 남학생의 공간 지각력이 여학생보다 다소 낮게 나타났다. 집단 간의 표준 편차의 차이는 통계적으로 유의성을 보이지 않았다.

성별이나 학년별로 공간 지각력 검사 점수에 통계적으로 유의한 평균의 차이가 존재하는지를 측정하기 위해 ANOVA 테스트를 실시했다. 이 테스트 결과는 <표 2>에 정리되어 있다. <표 2>에서는 연구 표본에서 학년이 공간 지각력과

통계적으로 유의한 관계를 가짐을 보여 주고 있다. 그러나 연구표본에서 성별은 공간 지각력 점수와 통계적으로 유의한 관계를 보이지 않았다.

<표 2> ANOVA 분석: 학년과 성별이 갖는

변동요인	공간 지각력과의 관계				
	제곱합 (SS)	자유도	제곱평균 (MS)	F	p
모형	451.14	3	150.38	4.53	0.0059
학년	381.00	2	190.50	5.74	0.0050
성별	20.99	1	20.99	0.63	0.4291
잔차	2222.58	67	33.17		
전체	2673.72	70	38.20		

실험의 두 단계 사이에, 층화임의표집 방법(stratified random assignment)에 의해 실험 표본을 두 개의 집단으로 나누어 두 번째 단계에 참가자들에게 두 형태의 정보 제공 창 중의 하나를 임의적으로 할당하였다. 학년과 공간 지각력 사이에 통계적으로 유의한 관계가 존재하기 때문에, 두 집단에 각 학년 학생들이 동일한 수로 배치되게 하기 위해 각 학년에서 두 집단이 임의적으로 분류되었다. 각 처치 집단의 표본 특성은 공간 지각력 테스트에서의 평균과 표준 편차와 함께 <표3>에 기술되어 있는데, 이는 두 처치 집단이 공간 지각력에 있어서 동질적임을 보여주고 있다.

<표3> 처치 집단별로 본 표본의 특성

정보 제공창의 형태	학 년	빈도	평균 (표준 편차)
타일창	3	11	17.82 (5.40)
	4	12	22.83 (6.73)
	5	12	23.75 (4.99)
소계		35	21.57 (6.17)
단일창	3	13	18.23 (6.52)
	4	12	23.25 (5.89)
	5	11	23.09 (5.32)
소계		36	21.39 (6.28)
총계		71	21.48 (6.18)

3. 연구(측정) 도구

1) 공간지각력 검사도구

공간지각력의 수준을 측정하기 위한 도구로서 "Revised Minnesota Paper Form Board Test"가 사용되었다. 이 테스트는 원래 1941년에 Likert and Quasha에 의해 개발되었으며, 1970년에 Psychological Corporation에서 개정본을 발행한 것이다. 기존 실험들에 의한 신뢰도는 .77에서 .90 사이이다[19][28]. 공간지각력 검사도구는 총 32문항으로 10분 동안 실시되었으며 각 문항은 6개의 그림으로 구성되어 있다. 6개 그림 중 왼쪽 처음에 보여주는 예시 도형을 적절히 변형시켰을 때 부합하는 도형을 나머지 5개 그림 중에서 찾는 항목들로 구성되어 있다.

2) 교수 자료

두 개의 웹 기반 학습 프로그램이 "꽃이 피는 식물"이란 제목으로 개발되었다. 두 개의 웹 기반 학습 프로그램은 내용상으로는 일치하나, 본 연구의 탐구 대상인 정보 제공 창의 형태에 있어서는 타일창과 단일창으로 다르게 구성되어 있다.

타일창에서는 각기 다른 프레임을 이용하여 화면을 세 개로 분할하고 있다. 사이트 맵은 화면의 왼쪽에 위치해 있고, 학습 내용은 위쪽 오른쪽에 보여지며 용어 해설은 아래쪽 오른쪽에 위치해 있다. 이 같은 구성은 학습 내내 일관적으로 보여 진다. 본 학습 내용이 계속 바뀌더라도 학습자들은 사이트 맵과 용어 해설을 항상 접할 수 있다. 사이트 맵에는 학습 프로그램의 각 단원을 학습 내용 창에 보여주는 링크가 있으며, 학습 내용 중 새로운 용어에 있는 링크는 용어 해설 창에 있는 용어 해설로 연결된다.

단일창은 프레임을 이용하지 않으며 학습자에게 한 번에 하나의 화면 구획만을 보여 준다. 따라서 단일창에서는 어떤 링크를 클릭하면 정보 제공 창 전체가 다른 페이지로 전환되는데, 이는 타일창에서 어떤 링크를 클릭하면 다른 두개의 정보 제공 창은 그대로 유지된 채 하나의 정보 제공 창만 전환되는 것과는 대조적이다. 단일창 형태의 프리젠테이션에서 사이트 맵은 학습 내용 화면의 가장 윗부분에 위치한 맵 버튼(map button)의 링크를 따라감으로써 볼 수 있는데, 이때 학습 내용을 보여주던 화면은 사이트 맵을 보여주는 화면으로 전환된다. 이와 유사하게, 단일창 형태의 프리젠테이션에서 용어 해설은

학습 내용 중 새로운 용어에 있는 링크를 통해서 보여지는데, 이때 학습 내용 화면은 용어 해설을 보여주는 화면으로 전환된다. 따라서 단일창 형태의 프리젠테이션에서는 용어 해설과 함께 이전 페이지로 돌아가는 링크도 함께 제시된다. 이는 학습 내용 화면이 그대로 유지되는 타일창 형태의 프리젠테이션에서는 불필요했던 것이다.

이처럼 같은 학습내용이 두 가지 형태의 창을 통해 제공될 때 글자의 폰트나 색깔, 그리고 학습내용 표현 시의 시각적 성격은 모두 동일하게 유지함으로써 스크린 디자인 상의 다른 변인은 적절하게 통제하였다.

3) 평가 도구

연구자에 의해 개발된 인지적 지식 검사지가 웹 기반학습 실행 후에 결과 평가지 혹은 사후 검사지로 사용되었다. 이 검사지에 포함된 상당수의 문항들은 본 연구의 웹 기반학습 개발 시 주요 참고 문헌으로 쓰여진 *Science Horizons*[20]이라는 과학 서적의 교사 보조 교재에서 온 것이다. 테스트 문항들은 '꽃을 피우는 식물의 구조와 기능에 대한 지식의 회상'이라는 교수 목표에 적합한 것들로 선택되었다. 사후 검사(성취도검사)는 웹 기반학습에서 다루었던 내용들을 실험 대상자들이 즉시 회상을 할 수 있는지를 평가하는 20개의 객관식 문항들이다. 사후 검사는 즉각적 회상 정도를 측정하기 위해 처치 후 곧바로 시행되었다.

4. 연구 절차

실험은 이틀에 걸쳐 두 단계로 실행되었는데, 처음 실험은 각 교실에서 그리고 다음 실험은 일주일 후 Falk School의 컴퓨터실에서 이루어졌다. 실험 첫 번째 날에는 참가자들이 10분 동안 the Revised Minnesota Paper Form Board Test를 실시하였다. 이 테스트의 목적은 참가자들의 공간 지각력을 측정하기 위한 것이다.

두 번째 실험이 이루어지기 전에 공간지각력 검사 결과에 따라 실험 참가자들을 두 개의 집단으로 나누었다. 이 때 층화임의표집방법을 통하여 학년, 성별, 공간지각력이 두 그룹에서 대등하도록 하였다.

실험 두 번째 날에는 한 실험 집단은 타일 형태의 정보제공 창을 이용하여 설계된 웹 기반 학습을 실행하였고, 다른 실험 집단은 똑 같은 내용을 단일창을 이용하여 설계한 웹 기반 학습을 실행하였다. 실험 참가자들은 처치 전에 약 8분에 걸쳐 이 실험에 대한 안내를 받았는데, 이 안내에는 이 실험이 웹 기반 학습과 사후

검사로 이루어짐이 설명되었고 또 이 웹 기반 학습 프로그램의 사용법에 대한 소개와 간단한 연습이 포함되었다. 연구자와 조수, 그리고 컴퓨터 선생님은 참가자 하나하나가 연구자의 지시를 잘 따르는지를 관찰했다. 웹 기반 학습을 실시하는 처치 시간은 17분으로 제한되었고 사후 검사는 15분 동안 실시되었다. 이는 각 학생들의 처치 조건을 동일시키기 위해 수업 시간 한 시간 안에 수행됨을 염두에 두었을 뿐 아니라 초등학생들의 주의집중력을 고려하여 이같이 실시되었다.

III. 연구 결과

전체 표본과 몇 개의 부표본의 실험 결과 데이터에 대한 회귀 분석이 실시되었다. 공간지각력에 있어서 3학년 학생들의 집단이 4학년, 5학년과 다르게 나타남과 또한 여학생의 공간 지각력 평균 점수가 남학생보다 다소 높게 나타남이 위의 <표1>에서 주지되었으므로, 전체 표본의 데이터뿐 아니라 4학년과 5학년으로만 이루어진 부표본의 데이터에 대해서도 회귀 분석이 이루어졌다. 또한 남학생을 제외한 부표본에 대한 분석 결과도 간단히 언급된다.

1) 전체 표본에 대한 연구 결과

전체 표본에 대한 회귀 분석 결과는 <표4>에서 보여지고 있다. Style과 연관된 계수는 양수 1.508로 추정되는데 이의 p 값은 0.541이고, 따라서 95% 신뢰구간에 0이 포함된다. 독립변수 sat와 연관된 계수는 양수 0.283로 추정되는데 이의 p 값은 0.000이고, 따라서 95% 신뢰구간에 0이 포함되지 않는다. 독립변수 intact와 연관된 계수는 음수 -0.045로 추정되는데 이의 p 값은 0.682이고, 따라서 95% 신뢰구간에 0이 포함된다.

<표5>에서 보여지는 전체 표본에 대한 회귀 분석은 연구 문제에 대한 해답을 다음과 같이 제시하고 있다. 첫째로, 공간 지각력은 사후 검사 점수와 1% 수준으로 통계적으로 유의한 정(+)의 관계를 갖는다. 즉 공간 지각력이 높을수록 인지적 지식의 습득도는 높아진다. 둘째로, 전체 표본에서는 정보 제공 창의 형태와 공간 지각력 간에는 상호 작용이 없는 것으로 보인다. 즉 공간 지각력과 사후 검사 결과간의 관계는 두 처치 집단 사이에서 동일하게 나타났다. 셋째로, 전체 집단에서 정보 제공 창의 형태는 통계적으로 유의한 주효과를 갖지 못한다.

<표4> 회귀 분석 결과: 전체 표본 (n = 71)

psttest	추정된 계수	표준편차	p	[95% 신뢰구간]
---------	--------	------	---	------------

	계수	차			
style	1.508	2.454	0.541	-3.390	6.406
sat	0.283	0.076	0.000	0.131	0.436
intact	-0.045	0.110	0.682	-0.264	0.174
constant	6.381	1.702	0.000	2.984	9.778

2) 부표본에 대한 연구 결과

4학년과 5학년의 부표본의 회귀분석 결과는 <표5>에서 보여지고 있다. 독립변수 style과 연관된 계수는 양수 5.407로 추정되는데 이의 p 값은 0.087이고, 따라서 95% 신뢰구간에 0이 포함된다. 반면에 90% 신뢰구간에는 0이 포함되지 않는다. 독립변수 sat와 연관된 계수는 양수 0.392로 추정되는데 이의 p 값은 0.000이고, 따라서 95%의 신뢰구간에 0이 포함되지 않는다. 독립변수 intact와 연관된 계수는 음수 -0.222로 추정되는데 이의 p 값은 0.093이고, 따라서 95%의 신뢰구간에 0이 포함된다. 반면에 90% 신뢰구간에는 0이 포함되지 않는다.

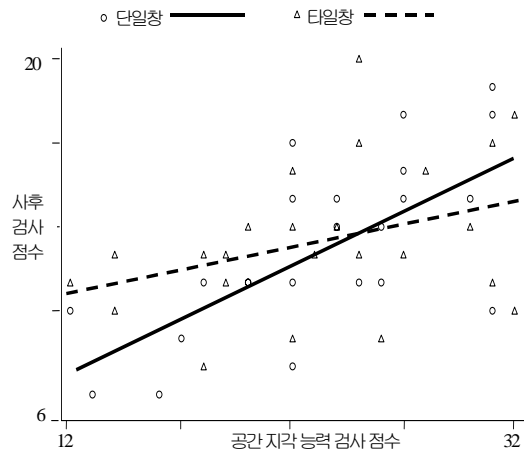
<표5> 회귀 분석 결과: 4학년과 5학년 (n = 47)

psttest	추정된 계수	표준편차	p	[95% 신뢰구간]
style	5.407	3.086	0.087	-0.817 11.632
sat	0.392	0.095	0.000	0.201 0.584
intact	-0.222	0.129	0.093	-0.483 0.039
constant	4.171	2.257	0.071	-0.381 8.723

<표5>에서 보여진 3학년을 제외한 부표본에서의 회귀 분석은 연구 문제에 대한 해답을 다음과 같이 제시하고 있다. 공간 지각력은 사후 검사 점수와 1% 수준으로 통계적으로 유의한 정(+)의 관계를 갖는다. 표본 데이터에서는 정보 제공 창의 형태와 공간 지각력 사이에 어느 정도의 상호 작용이 있는 것으로 보인다: 이 상호 작용은 5%가 아니라 10% 선에서 통계적으로 유의하다.

[그림 2]는 4학년과 5학년으로 구성된 부표본에서의 독립 변수의 통계적 유의성을 근거로 하여, 두 처치 집단의 추정된 회귀선을 보여 주고 있다. 원 모양의 표시들은 단일창 형태의 프리젠테이션을 제시한 실험으로부터의 자료이며 삼각형 모양의 표시들은 타일창 형태의 프리젠테이션을 제시한 실험으로부터의 자료이다. 실선은 단일창 집단에 해당하는 회귀선이고 점선은 타일창의 집단에 해당하는 회귀선이다. 두 회귀선 모두가 보여주는 양의

기울기는 공간 지각력이 사후 검사 점수로 측정된 인지적 지식 습득도 간의 정(+)의 상관관계를 시각적으로 확인해 준다. 그러나 두 회귀선의 경사는 서로 다르게 나타난다. 특히 단일창 집단에 해당하는 회귀선의 경사가 타일창의 집단에 해당하는 회귀선의 경사보다 급하게 나타났다. 이는 정보제공 창 의 형태와 공간 지각력의 수준 사이의 상호 작용을 나타낸다고 할 수 있다.



[그림2] 정보 제공 창 의 형태에 따른 회귀선: 4학년과5학년

[그림 2]에 나타난 ATI 유형은 한 처치에 다른 처치에 대해서 전면적인 우위성이 없다는 불규칙한 상호 작용(disordinal ATI)을 의미한다. 공간 지각력이 낮은 학생들은 타일창을 이용한 학습을 경험했을 때 사후 검사 점수가 더 높았다. 반면에 공간 지각력이 높은 학생들은 단일창에서 학습했을 때 사후 검사 점수가 더 높았다.

질적으로 어떤 다른 결과가 있는지를 살펴 보기위해 3학년을 포함하거나 제외한 채로 성별 회귀 분석을 실시하였다. 남학생만의 부표본에서의 분석은 전체표본과 질적으로 다른 점이 보이지 않았으나, 여학생들로만 구성된 부표본에서의 회귀 분석은 앞서 실시했던 4학년과 5학년으로만 구성된 부표본의 분석의 결과와 질적으로 같게 나타남으로써 주목할 만 하다.

선형 회귀 분석의 결과를 요약하자면, 공간 지각력은 사후 검사 점수에 명백하게 통계적으로 유의한 주효과를 보였다. 이 같은 결과는 전체표본과 부표본에서 모두 나타났다. 사후 검사 점수로 본 정보 제공 창 의 형태와 공간 지각력 사이의 상호 관계는 4학년과 5학년만으로 이루어진 부표본에서는 10% 수준의 통계적 유의함을 보였고, 여학생만으로 이루어진 두개의 부표본에서는 5% 수준의 통계적 유의함을 보였다. 그러나 전체 표본에서는 정보 제공 창 의 형태와 공간 지각력 간의 상호 작용에서 통계적 유의함이 발견되지

않았고 정보 제공 창 의 형태의 주효과도 발견 되지 않았다.

IV. 논의 및 결론

1. 분석결과의 논의

웹 문서(web page)의 설계 지침을 확립하는 데 대한 많은 연구가 있어왔지만, 아동들을 그 연구 대상으로 하는 시도는 거의 없었다. 웹 기반 학습에 있어서 인지 지식 습득의 차이를 규명하기 위한 설명변수로서 공간 지각력과 정보 제공 창 의 형태간의 상호 작용을 고려하는 시도 또한 처음이라 할 수 있다. 본 연구는 개별 학습자들의 적성의 차이를 정보 제공 창 의 인터페이스와의 상호 작용 방식에 있어서 차이를 일으키는 잠재적 요인으로 강조하고 있다. Gardner(1983, 1993)를 비롯한 많은 학자들이 공간 지각력을 그러한 적성 요인이라 제시해 왔다.

참가자들 전체 표본의 데이터 분석에 따르면 아동을 위한 웹 기반 학습에서 공간 지각력과 인지적 지식 습득 사이에 통계적으로 유의한 정(+)의 상관관계를 보였다. 공간 지각력은 1%의 통계적 유의함($p= 0.000$)을 보였는데, 이 같은 결과는 컴퓨터 화면에서 정보를 효과적으로 획득하는 과정은 공간 지각력과 관련이 있다는 선행 연구와 일치하며[6][32][33], 더 나아가 아동을 위한 웹 기반 학습에서도 같은 결과를 보임을 새롭게 밝혔다.

그러나 전체 표본의 분석에서는 공간 지각력과 인지적 지식 습득도 간의 관계가 집단별로 다르다는 통계적으로 유의한 증거를 찾지 못했다. 전체 표본에서는 공간 지각력과 정보 제공 창 의 형태간에 통계적으로 유의한 상호 관계가 존재하지 않았고 또 아동을 위하여 설계된 웹 기반 학습 프로그램에 있어서 정보 제공 창 의 형태의 주효과도 볼 수 없었다. 그러므로 공간 지각력의 차이는 다른 형태의 정보 제공 창 을 적용해야 하는 필연적인 이유가 되지 않으며 또한 어떤 한 가지 정보 제공 창 의 형태가 아동들의 인지적 지식 습득에 영향을 미치지 않는다 할 수 있다.

그러나 이런 결과는 부표본의 데이터 분석에서는 사뭇 다르게 나타났다. 본 연구는 세계의 부표본을 고찰하였다. 아동을 위한 웹 기반 학습에 있어서 공간 지각력과 인지적 지식 습득 사이에 통계적으로 유의한 관계가 전체 표본의 분석에서와 마찬가지로 세 부표본 모두의 분석에서도 나타났다. 그러나 전체 표본과는 달리 부표본 분석에서는 인지적 지식 습득에 있어서 공간 지각력과 정보 제공 창 의 형태 간에 상호 작용의 증거가 발견되었다.

3학년을 제외한 부표본에서는 정보 제공 창 의 형태와 공간 지각력 사이의 상호 작용이 10%의 통계적 유의함을 보였다. 3학년 학생들의 공간

지각력 테스트 점수의 평균이 4학년과 5학년 학생들에 비해서 상당히 낮았던 점을 전체로 할 때 3학년을 제외한 부표본을 고찰함은 중요한 의미를 갖는다. 이 점은 3학년 학생들이 본 연구의 실험 대상자들의 나머지 표본과 같은 모집단에서 온 것이 아닐지 모른다는 근거로 정당성이 입증된다. 더욱이 본 연구의 가장 어린 참가자들로서 학습의 내용에 대한 예비 지식이 가장 적었을 것이다. 또한 위 학년 학생들만큼 테스트 환경에 익숙하지 않은 점도 간과할 수 없다. 이 같은 요인들을 고려할 때 본 연구에서 3학년 학생들은 그들의 짧은 주의 지속 시간으로 인해 학습에 그다지 충분히 집중하지 않았을 수도 있을 것이다. 이런 제반의 개인적 차이를 차치하더라도 3학년 학생들은 웹 페이지에 대한 경험이 가장 적다. 이런 요인들로 인해 사후 검사 점수는 웹 기반 학습에 있어서 3학년 학생들의 인지적 지식 습득의 적합한 측정이 될 수 없었을 수도 있다.

이와 비슷하게 여학생들로만 구성된 두 개의 부표본(3학년 여학생을 포함한 표본과 포함하지 않은 표본)에서도 정보 제공 창의 형태와 공간 지각력 사이에 상호 작용이 5%의 통계적 유의함을 보였다. 이런 나이 또래에서의 학습 성취도는 일반적으로 남학생보다 여학생들에게서 더 높게 나타나는 경향이 있다[21][30]. 즉 위에서 열거한 요인들로 인해 사후 검사 점수가 3학년 학생들의 인지적 지식 습득에 대한 적절한 측정이 아닐지도 모른다는 우려가 3학년 여학생들에게는 적용이 되지 않았으리라는 추측이 가능하다.

각각 부표본의 회귀 분석에 의하면, 공간 지각력이 낮은 학생들이 단일창보다 타일창을 접했을 때 사후 검사에서 더 나은 인지적 지식 습득도를 보였다. 이는 타일창이 공간적 규와 외부 기억장치(external memory)를 제공함으로써 공간 지각력이 낮은 학생들에게 유리한 영향을 주었기 때문인지도 모른다. 반면에 공간 지각력이 높은 학생들은 타일창보다 단일창을 이용하여 학습을 했을 때 사후 검사 점수가 더 높게 나타났다. 이는 공간 지각력이 높은 학생들에게는 타일창의 강점이 최소화되는 동시에 타일창의 주의 산만 요인이 이를 상쇄하기 때문으로 보인다. 그러므로 본 연구에서 검증된 표본에 대한 학습의 유효성은 학습자의 공간 지각력에 의존한다. Bastecki (1995)는 컴퓨터 기반 학습에 있어서 공간 지각력과 정보 제공 창의 형태-타일창과 중첩창(overlapping window)¹⁾ 간에 본 연구와 비슷하게 불규칙한 상호 작용을 발견한 바 있다.

전반적으로 아동을 위한 웹 기반 학습에 있어서 공간 지각력은 인지적 지식 습득의 정도와 통계적으로 유의한 정(+)의 관계를 보였다. 그리고 비록 전체 표본에서는 확인 되지

않았지만 공간 지각력과 인지적 지식 습득의 정도 사이에 상호 작용이 존재함이 증명되었다. 그러나 본 연구의 전체 표본과 부표본 모두에서, 둘 중의 어느 한 정보 제공 창의 형태가 공간 지각력이 높고 낮음에 상관 없이 항상 더 효과적인 것으로 나타나지는 않았다.

본 연구의 데이터 분석에서 다음과 같은 결론을 도출할 수 있겠다:

1. 웹 기반 학습에서의 아동들의 성취도는 그들의 공간 지각력과 정(+)의 관계가 있다.
2. 공간 지각력과 정보 제공 창의 형태에 상호 작용의 패턴이 있음을 알 수 있는데, 이는 웹 기반 학습에 있어서 공간 지각력이 낮은 학생들은 타일창에서 더 성취도가 높게 나타났고 공간 지각력이 높은 학생들은 단일창에서 더 높은 성취도를 보였다는 점이다.
3. 타일창과 단일창 중에서 어느 한 가지 형태가 항상 전면적인 우의성을 갖는 것은 아니다.

2. 결론

Koran과 Koran(1979)에 따르면, 불규칙 상호 작용(disordinal interaction)의 결과는 학습 효과의 극대화를 위해서는 개별 학습자들에게 각기 적절한 교수 기법을 적용해야 함을 입증한다. 본 연구에서는 부표본에서 불규칙 상호 작용이 나타났다. 이 같은 연구 결과는 정보 제공 창의 형태를 선택함에 있어서 개인 학습자의 일반적인 인지 능력, 특히 공간 지각력을 고려하여야 한다는 시사점을 가지고 있다.

본 연구의 중요한 기여는 타일창이 웹 기반 학습에서 학습자들에게 공간적 규를 제공함으로써 공간 지각력이 낮은 학생들의(특히 아동들의 경우) 학습을 도울 수 있다는 잠재력의 증거를 발견한 점이다. 타일창 시스템에서 각 정보 제공 창은 상이한 내용의 정보에 대한 기억의 고리 및 정리의 틀로서 기능함으로써 학습자의 인지적 부담을 줄여준다[19]. 또한 타일창에서의 동시 다중 프리젠테이션은 정보 제공 창에 디스플레이된 정보에 학습자들이 지속적으로 제약없이 접근할 수 있도록 도모한다. 즉 타일창은 정보를 의미 있게 문치화하는 방법을 제시함으로써 학습자들에게 지위된 기억력 부담을 크게 경감시켜 학습자들, 특히 공간 지각력이 낮은 학습자들에게 도움이 될 잠재성을 내재하고 있다.

반면에, 공간 지각력이 높은 학생들은 단일창 방식의 프리젠테이션 형태에서 더 성취도가

1) 중첩창은 동시에 복수의 정보제공 창의 제시되거나 창들이 서로 겹치지 않는 타일창과는 달리 창들이 서로 중첩됨으로써 정보의 일부분이 가려지는 경우를 일컫는다.

높은 경향을 보였다. 이런 학습자들에게는 단일창의 통합된 하나의 정보 문치가 타일창에 비해서 더 집중된 주의력을 유발시켰는지도 모른다. 결론적으로, 본 연구는 적절한 인터페이스 장치의 제공이 공간 지각력의 영역에 있어서 개인차를 상쇄하는 잠재력이 있음을 제시 하고 있다

공간적 정보를 처리하는 능력은 인지적 발달의 중요한 구성 요소이므로[23], 아동들의 공간 지각력과 웹 기반 학습간의 관계에 대한 본 연구의 결과는 효과적인 웹 기반 학습 설계를 위한 지침 확립을 향한 의미심장한 한 걸음이 될 것이다. 발달 과정에 있어서 아동들의 공간 지각력을 고려할 때, 그들의 공간 지각력을 어떻게 증진시키느냐는 문제는 교육의 영역에 있어서 중요 쟁점이라 할 수 있다. 이와 관련하여, Subrahmanyam과 Greenfield(1994)를 비롯한 최근의 연구들이 공간 지각력은 정지된 능력이 아니라 연습과 훈련을 통해 조종될 수 있다고 한 점은 상기할 만하다.

컴퓨터를 이용한 학습이 공간 지각력이 차이가 나는 학습자간에 성취도의 차이를 더욱 확대시킬 수 있다는 암시 또한 간과해서는 안 될 것이다. 이는 웹기반 3차원 가상현실 프로그램과 2차원 HTML 프로그램을 이용한 학습활동이 학습자의 학업성취도에 유의미한 상호작용 효과가 있다고 밝힌 임정훈, 이삼성(2003)의 연구결과에서도 뒷받침된다. 교수 설계자들은 이 같은 성취도의 격차를 방지하기 위해서 정보 제공 창 의 설계를 위한 가이드라인을 확립하기 위한 연구에 활발히 참여해야 할 것이다. 앞서 논의한 바와 같이 성취도의 격차를 감소시키기 위해서 타일창 형태의 프리젠테이션의 잠재력을 규명하고 강화시키기 위한 연구를 심화하는 것은 의미 있는 일이 될 것이다.

참고 문헌

[1] 임정훈, 이삼성. (2003). 가상현실을 이용한 웹기반 수업과 학습자의 공간지각력이 학습에 미치는 영향. **컴퓨터교육학회논문지**, 6(2), 95-105.

[2] Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in cognitive sciences*, 4(11).

[3] Bastecki, V. L. (1995). A study of spatial ability and window presentation styles in a computer-based program designed for dental hygiene students. Doctoral Dissertation. University of Pittsburgh.

[4] Beishuizen, J. (1988). Search strategies in internal and external memories. In van der Veer, G. C. and Mulder, G. (Eds.). *Human-computer Psychonomic Aspects*. New York, NY: Springer-Verlag.

[5] Berry, L. H. (2000). Cognitive effects on Web page design. In Abbey, B. (Ed.). *Instructional and Cognitive Impacts of Web-Based Education*. Hershey, PA: Idea Group Publishing.

[6] Butler, S. A. (1990). *The effect of method of instruction and spatial visualization ability on the subsequent navigation of a hierarchical database*. (CAR-TR-488 and CS-TR-2398) Department of Psychology and the Human/Computer Interaction Laboratory, University of Maryland, College Park, MD.

[7] Card, S. K., Pavel, M., and Farrell, J. E. (1984). Window-based computer dialogues. *Proceedings of Interact'84, First IFIP Conference on Human-Computer Interaction*. (pp. 355-359). London, UK: IFIP.

[8] Chi, M. T. H., Glaser, R., and Rees, E. (1982). Expertise in problem solving. In Sternberg, R. J. (Ed.). *Advances in the Psychology of Human intelligence, Vol. I*. Hillsdale, N.J: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.

[9] Cook, D., & Dupras, D. (2004). A practical guide to developing effective web-based learning. *Journal of Gen Intern Med*, 19.

[10] Cronbach, L. J. and Snow, R. E. (1977). *Aptitudes and Instructional methods: A handbook for Research on Interactions*. New York, NY: Irving publishers, Inc.

[11] Dillon, A. and Zhu, E. (1997). Designing Web-based instruction: A human-computer interaction perspective. In B. H. Khan, (Ed.), *Web-based instruction*. (pp.221-225). Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Publications.

[12] Ekstrom, R. B., French, J. W., and Harmon, H. H. (1976). *Manual for kit of factor-referenced cognitive tests*. Princeton, NJ: Educational Testing Service

[13] Felder, R., & Brent, R. (2005). Understanding student differences. *Journal of engineering education*, 94(1).

[14] Gardner, H. (1983). *Frames of mind: the theory of multiple intelligences*. New York, NY: BasicBooks.

[15] Gardner, H. (1993). *Multiple intelligences, the theory in practice, a reader*. New York, NY: BasicBooks.

[16] Harris, L. J. (1981). Sex related variations in spatial skill. In Liben, L. S., Patterson, A. H., and Newcombe, N. (Eds.). *Spatial*

representation and behavior across the life span. New York, NY: Academic Press.

[17] Kahn, B. H. (2001). Web-based training: An introduction. In B.H. Kahn (Ed.) *Web-based Training*. Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Publications.

[18] Koran, M. L. and Koran, J. J. (1979). The study of aptitude-treatment interaction: Implication for educational communications and technology. Research & theory Division, Association for Education Communications and Technology. *Research & Theory Davidson Newsletter*, 9 (4), 12-18.

[19] Likert, R., and Quasha, W. H. (1995). Revised Minnesota paper form board test, Manual (2nd Ed). San Antonio, TX: The Psychological Corporation.

[20] Mallinson, G. G., Mallinson, J. B., Froschauer, L., Harris, J. A., Lewis, M. C., and Valentino, C. (1993). *Science Horizons*. NJ: Silver Burdett Ginn Inc.

[21] Marsh, H. W. and Yeung, A. S. (1998). Longitudinal structural equation models of academic self concept and achievement: gender differences in the development of math and English constructs. *American Educational Research Journal*, 35 (4), 705-738.

[22] McGee, M. G. (1979). *Human spatial abilities: sources of sex differences*. New York, NY: Praeger.

[23] Osberg, K. (1997). *Spatial Cognition in the Virtual Environment* (Technical R-97-18). Seattle, WA: Human Interface Technology Lab.

[24] Pick, H. L. and Acredolo, L. P. (1983). *Spatial orientation: theory, research, and application*. New York, NY: Plenum Press.

[25] Pollock, E., Chandler, P., & Sweller, J. (2002). Assimilating complex information. *Learning and Instruction*, 12.

[26] Salthouse, T. A., Babcock, R. L., Mitchell, D. R. D., Palmon, R., and Skovronek, E. (1990). Sources of individual differences in spatial visualization ability. *Intelligence*, 14.

[27] Schnots, W. & Bannert, M. (2003). Construction and interference in learning from multiple representation. *Learning and Instruction*, 13.

[28] Stephens, E. W. (1945). A comparison of New England norms with national norms on

the Revised Minnesota Paper Form board Test-Series AA. *Occupations*, 24, 101-104.

[29] Subrahmanyam, K. and Greenfield, P. M. (1994). Effect of video game practice on spatial skills in girls and boys. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 15, 13-32.

[30] Sukhnandan, L. (1999). *An investigation into gender differences in achievement. Phase 1: a review of recent research and LEA information on provision*. United Kingdom: The National Foundation for Educational Research.

[31] Thurstone, L. L., and Thurstone, T. (1941). Factorial studies of intelligence. *Psychometric Monographs, No. 2*. Chicago, IL: University of Chicago press.

[32] Vicente, K., Hayes, B. and Williges, R. (1987). Assaying and isolating individual differences in searching a hierarchical file system. *Human Factors*, 29, 349-359.

[33] Waller, D. A. (1999). *An assessment of individual differences in spatial knowledge of real and virtual environments*. Doctoral dissertation. University of Washington.

저자소개

임 연 옥



서울대학교 영어영문학 학사

서울대학교 영어영문학 석사

미국 하버드대학교 교육공학 석사

미국 피츠버그대학교 교육공학 박사

현재 한양사이버대학교 교육공학과

조교수

관심분야: 사이버교육, 블렌디드 러닝, 교수설계