

멀티미디어 학습에서 일시적 정보효과가 학습효율성에 미치는 영향

시지현[†]

요 약

일시적 정보효과는 멀티미디어 학습 환경에서 길고 복잡한 청각적 정보의 일시성으로 인해 학습에 가해지는 부정적인 효과를 말한다. 본 연구는 인지부하이론의 틀에서 멀티미디어 학습에서 일시적 정보효과가 학습에 미치는 영향을 살펴보고, 또한 일시적 정보효과를 극복하는 방법인 것으로 생각되는 분절화(long vs. short)와 학습자료 제시 조절방법(system-paced vs. learner-paced)이 일시적 정보효과에 어떤 영향을 미치는 지 살펴보고자 하였다. 연구결과에 의하면 멀티미디어 학습 환경에서 길고 복잡한 학습 자료를 학습자에게 제시할 경우에는 시각적으로만 제시하는 것이 시청각적으로 제시하는 것보다 학습효율성이 보다 높은 것(높은 성취와 낮은 인지부하 투입)으로 드러났다. 또한 시청각적으로 자료를 제시해야 하는 경우는 청각적 학습 자료를 분절화해서 제시하거나, 학습자료 제시를 학습자가 조절하는 방법으로 멀티미디어 학습 환경을 설계하는 것이 학습 효율성을 높이는 방안인 것으로 드러났다.

주제어 : 인지부하 이론, 일시적 정보효과, 멀티미디어 학습, 분절화, 학습자료 제시조절

The impact of the transient information effect on multimedia learning efficiency

Si Jihyun[†]

ABSTRACT

The transient information effect occurs when long and complex transient information disappear before the learner has time to adequately process it or link it with new information. This study aimed to explore the impact of the transient information effect on multimedia learning efficiency within the cognitive load perspective and how segmentation and pacing of instructional materials interact with the transient information effect. The results revealed that the visualonly instruction(a diagram with long and complex texts) was more efficient than the audiovisual instruction(a diagram with long and complex spoken texts). The overall results suggested that using long and complex spoken texts with a diagram can have a negative impact on learning unless the transient information effect are reduced through segmentation and learner-paced instructions.

Keywords : Cognitive load theory, Transient information effect, Multimedia learning

[†] 정 회 원: 동아대학교 의과대학 의료인문학교실 조교수
논문접수: 2015년 12월 14일, 심사완료: 2016년 1월 29일, 게재확정: 2016년 2월 16일
* 본 논문은 동아대학교 교내연구비 지원에 의해 연구되었음

1. 서론

교육현장에서 다양한 테크놀로지를 기반으로 하는 멀티미디어 교수방법들이 활용되고 있다. 이와 함께 멀티미디어 활용의 교육적 효과를 높이기 위하여, 멀티미디어를 활용한 교육환경설계에 관한 다양한 연구가 진행되고 있다.

최근 인지부하이론의 관점에서 멀티미디어 활용과 관련한 일시적 정보효과(transient information effect)에 관한 연구가 보고되고 있다. [1][2][3][4]. 학습상황에서 멀티미디어의 활용은 학습 자료를 텍스트와 같은 시각적 양식 이외에도 내레이션과 같은 청각적 양식으로도 제공하는 것이 가능해졌다. 청각적 학습 자료는 전달양식의 특성상, 영구적인 시각적 자료와는 달리, 학습자가 한번 듣고 나면 그대로 사라지는 일시성을 띤다. 이때 학습 자료가 복잡하고 길이가 긴 경우, 학습자는 청각적 자료를 처리하기 위해 제시된 자료를 처음부터 끝까지 작동기억 속에 기억하려 애쓸 것이고, 이러한 단순한 기억 활동은 학습과 직접적인 연관이 없는 불필요한 인지부하를 학습자에게 부가한다[5]. 이러한 청각적 자료의 일시성으로 인해 학습에 가해지는 부정적인 영향을 일시적 정보효과라 한다[1]

일시적 정보효과에 관한 연구는 인지부하이론의 틀에서 주로 모달리티 효과(modality effect), 혹은 역모달리티 효과(reverse modality effect)와 관련지어 설명되고 있다[1][4]. 이들 연구들은 학습상황에서 시각적 자료(그림)와 함께 제시되는 청각적 학습 자료(내레이션)가 길고 복잡한 경우, 시각적으로(그림과 텍스트)만 자료를 제시한 경우가 더 효과적인 역모달리티 효과가 나타나며, 이러한 현상은 길고 복잡한 청각적 자료의 일시성에 기인한다고 설명하고 있다[1][5][6][4]. 하지만, 이들 연구들은 일시적 정보효과를 근본적인 수준에서 살펴보기보다는 모달리티 효과가 드러나지 않은 연구결과로 일시적 정보효과를 확인하는 수준에 그치고 있다. 이제 막 연구결과들이 보고되기 시작한 일시적 정보효과에 대한 좀 더 포괄적인 이해를 위해서는 역모달리티 효과를 통해 일시적 정보효과를 확인하는 수준이 아니라, 좀 더 근본적인 수준에서 일시적 정보효과가 학습에 미

치는 영향을 포괄적으로 살펴보는 것이 필요하다.

일시적 정보효과는 청각적으로 제시되는 자료가 복잡한(high element interactivity, [7][8]) 경우 정보처리를 위해 계속해서 청각적 자료를 작동기억에 활성화하고 있는 것으로부터 발생한다. 그렇다면 청각적으로 제시되는 길고 복잡한 학습 자료를 짧게 분절화하여, 학습자의 작동기억에서 처리할 수 있는 수준으로 제시할 경우 일시적 정보효과를 극복할 수 있을 것으로 생각된다[1][5]. 또한 길고 복잡한 청각적 정보를 반복해서 들을 수 있는 경우, 자료의 일시성으로 인해 학습자가 청각적 자료를 적절히 처리하기 전에 사라져버리는 일시적 정보효과를 극복할 수 있을 것으로 생각된다[9]. 즉, 멀티미디어 학습 환경에서 청각적 자료제시가 시스템에 의한 자동진행이 아니라, 학습자가 조절할 수 있는 경우 반복청취나 천천히 청각적 자료를 듣는 방법 등으로 일시적 정보효과를 극복할 수 있을 것으로 생각된다.

따라서 본 연구는 인지부하이론의 틀에서 멀티미디어 학습에서 일시적 정보효과가 학습효율성에 미치는 영향을 살펴보는 것을 목적으로 한다. 특히 일시적 정보효과를 극복할 수 있는 것으로 생각되는 두 가지 방안, 즉 학습 자료의 분절화와 학습자료 제시조절방법을 바탕으로 일시적 정보효과가 학습효율성에 미치는 영향을 살펴보려 한다. 또한, 일시적 정보효과와 관련한 선행연구들은 인지부하이론의 틀에서 연구가 진행되었음에도 불구하고, 인지부하 측정값을 보고하고 있지 않다. 본 연구는 학습자들의 성취점수 뿐만 아니라 성취에 관여한 인지부하값도 측정하여 멀티미디어 학습의 효과성뿐만 아니라, 효율성에 대한 정보도 살펴보고자 하며, 이는 일시적 정보효과와 관련한 보다 정확한 정보를 제시해 줄 수 있을 것이다. 이러한 연구결과들은 복잡한 학습 자료를 멀티미디어를 통해 학습할 경우, 효율적인 멀티미디어 학습 환경 설계를 위한 중요한 설계원리를 제공해 줄 수 있을 것으로 생각된다.

1.1 인지부하 이론

인지부하이론은 인간의 인지구조에 대한 이해를 근간으로 하는 교수설계 이론이다. 인지부하이

론은 인간의 인지구조를 정보처리시스템으로 간주하고 정보처리에 대한 5가지 원리를 제시하고 있다[4][5][10][11]. 먼저 장기기억과 정보저장(information store)원리로 이는 인간의 장기기억은 거의 무제한의 정보를 저장할 수 있다는 것이며, 둘째는 스키마 이론과 재조직(borrowing and reorganizing)원리로 이는 인간은 글을 읽거나 듣는 것을 통해 다른 사람의 장기기억 속에 저장되어 있는 정보를 얻는 것으로부터 학습한다는 것이다. 셋째는 문제해결과 임의 발생(randomness as genesis)원리로 만약 필요한 정보를 다른 사람의 장기기억에서 빌려올 수 없을 경우, 인간은 문제해결을 위한 시도를 하고, 그 시도의 효과성을 테스트하고, 이러한 과정에서 새로운 지식이 발생하게 된다는 것이다. 넷째는 작동기억과 소폭의 변화(narrow limits of change)원리로 인간의 작동기억은 용량과 그 지속성에서 한계를 가지므로, 새로 발생된 지식은 소폭으로 일어난다는 것이다. 마지막으로 장기기억과 환경적 재구성(environmental organizing and linking)원리는 인간의 작동기억은 새로운 정보를 다룰 때만 그 용량과 지속성에서 제한적이며, 이미 장기기억에 조직화되어 있는 정보를 작동기억에서 다룰 때는 그 용량과 지속성에서 거의 무제한적이라는 것이다.

또한 인지부하이론에서 학습 자료의 복잡성은 학습 자료를 구성하고 있는 학습 요소(개념, 혹은 절차 등)와 이들 요소들 간의 상호작용성으로 결정된다. 즉 학습 요소의 수가 많고 이들 요소들 간의 상호작용성이 높아, 이들 요소들을 분리하여 학습할 경우 성공적인 학습이 일어나기 힘든 경우, 학습 자료의 복잡성이 높은 것으로 간주한다[8][12][13].

인간의 인지구조의 이러한 5가지 특징을 기반으로 인지부하 이론은 새로운 정보, 특히 복잡한 정보를 학습하는 경우, 작동기억의 제한된 용량을 고려하여, 학습자에게 가해지는 학습과 직접적인 연관이 없는 불필요한 인지부하를 최소화하여, 인간의 가용 가능한 인지자원내에서 성공적인 학습이 일어날 수 있도록 학습 환경을 설계하는 것을 목적으로 한다[4][5][10].

1.2 일시적 정보효과

일상적인 교실상황에서 학습자들은 선생님의 강의를 들으며 학습한다. 교수자의 목소리를 통해 전달되는 청각적 정보는 학습자가 받아쓰기를 통해 글로 남기거나 녹음을 해 두지 않은 이상은 일시적이며 금방 사라져 버리는 정보이다. 따라서 이 청각적 정보가 중요한 정보라면 학습자들은 이 정보를 기억하기 위해 작동기억에서 계속해서 활성화시켜야 한다. 이때 청각적으로 제시되는 자료가 길고 복잡한 경우, 이러한 기억 활동은 학습자의 작동기억의 용량을 초과할 수 있다. 이러한 청각적 자료의 일시성으로 인해, 학습과 직접적인 연관이 없는 정보저장에 투입되는 불필요한 인지부하로 인해 학습에 미치는 부정적인 효과를 일시적 정보효과라 한다[5]. 즉 일시적 정보효과는 학습자가 새로운 정보를 적절히 처리하거나 다른 정보와 연관시킬 수 있는 충분한 시간을 가지기 전에 사라져 버리는 정보로 인한 학습손실을 말한다[5].

길고 복잡한 청각적 자료와 달리, 짧고 쉬운 정보는 말로 전달되더라도, 전체적인 청각적 정보가 처리되는 동안, 학습자의 작동기억에서 작동기억의 용량을 초과하지 않으면서 계속해서 활성화되어 있을 수 있다. 따라서 일시적 정보효과는 길고 복잡한 청각적 자료를 학습할 때만 발생한다[1][5].

일시적 정보효과가 멀티미디어를 활용한 학습 환경에 영향을 미친다는 증거로 역모달리티 효과를 들 수 있다[1]. 모달리티 효과는 인간의 작동기억은 시각적 정보와 청각적 정보를 다루는 부분적으로 독립된 두 하위기관을 가지고, 이들 기관의 처리용량은 제한적이므로, 시청각적으로 두 채널을 모두 활용하여 학습 자료를 제시하는 것이, 한 채널로 정보를 제시할 때보다 효과적인 학습이 일어나는 것을 말한다[5][14][15]. 이와 반대로 시청각적 학습자료 제시보다 시각적으로만 학습 자료를 제시한 경우가 효과적인 현상을 역모달리티 효과라고 한다[16]. Leathy & Sweller(2011)는 일시적 정보 효과로 역모달리티 효과가 나타남을 초등학생을 대상으로 하는 두 실험을 통해 증명하였고 있다[1]. 첫 번째 실험에서는 길고 복잡한

텍스트를 표와 함께 제시하였고 이 경우 시각적으로만 자료를 제시한 경우가 텍스트를 내레이션으로 제시한 시청각적 자료제시보다 효과적인 역모달리티 효과가 나타났다. 두 번째 실험에서는 같은 텍스트를 절반으로 분절하여 학습자에게 제시하였는데 이 경우에는 시청각적 자료 제시가 시각적 자료제시보다 효과적인 모달리티 효과가 나타났다.

Wong et al.(2012)은 일시적 정보효과를 애니메이션 활용학습과 관련하여 살펴보았다. 애니메이션 역시 영구적인 자료인 정지된 그림과 비교하면 애니메이션을 통해 전달되는 정보는 일시적이다[4]. 이들은 학습자에게 제시되는 길고 복잡한 내용의 애니메이션을 같은 내용의 정지된 화면을 제시한 경우와 비교하였고, 또한 길고 복잡한 내용의 애니메이션을 짧게 분절화 하여, 마찬가지로 짧게 분절화한 같은 내용의 정지된 화면으로 제시한 학습 자료와 비교하였다. 연구 결과에 의하면 짧게 분절화한 경우는 애니메이션으로 학습 자료를 제시한 경우가 정지된 화면으로 제시한 경우보다 더 효과적이었다. 하지만 길고 복잡한 학습내용의 경우, 정지된 화면으로 제시한 경우가 애니메이션으로 학습 자료를 제시한 경우보다 더 효과적이었다. 즉 학습 자료가 길고 복잡한 경우는 일시적 정보효과로 인해 애니메이션의 효과성이 떨어졌고, 반대로 정보가 짧은 경우는 모달리티 효과로 인해 애니메이션이 보다 효과적인 것으로 나타났다.

또한 Singh et al. (2012)은 앞의 두 연구와 달리 시각 혹은 청각의 한 가지 양식만을 이용하여 학습 자료를 제시한 경우에서 일시적 정보효과를 살펴보았다[3]. 연구결과에 의하면 길고 복잡한 학습 자료인 경우 시각적으로 제시받은 집단이 청각적으로 제시받은 집단보다 더 효과적으로 학습한 것으로 드러났다. 그리고 청각적 혹은 시각적 자료제시 집단 각각에서 자료의 길이에 따른 효과를 살펴보았다. 청각적 집단에서는 짧은 자료가 길고 복잡한 자료보다 효과적이었으나, 텍스트를 제공받은 시각적 집단에서는 길이에 따른 차이가 없었다. 즉 청각적 자료가 길고 복잡한 경우 분절화를 통해 일시적 정보효과를 극복할 수 있지만, 영구적인 자료인 시각적 자료의 경우 분절화에

따른 긍정적인 학습효과는 나타나지 않았다[3].

이들 선행연구에서 Leathy & Sweller(2011)와 Wong et al.(2012)은 각각 시청각적 자료제시와 애니메이션을 활용한 학습에서 청각적으로 제시한 자료가 길고 복잡한 경우, 같은 정보를 시각적으로 또 정지된 화면으로 전달하는 것이 보다 효과적임을 보여주고 있다. 또한 두 연구 모두에서 자료를 분절화한 경우는 시청각적 또 애니메이션으로 자료를 전달한 것이 효과적임으로 보여주고 있으며, 이러한 연구결과들은 길고 복잡한 청각적 정보의 일시성으로 인해 학습에 미치는 부정적인 효과인 일시적 정보효과를 확인해 주고 있는 것으로 볼 수 있다. 하지만 이들 연구들은 앞서 언급했듯이 시각적 vs. 시청각적 자료제시 또 애니메이션 vs 정지된 그림 두 집단 간 비교를 통해 역모달리티 효과가 나타나는 지에 초점을 두고 일시적 정보효과를 살펴보고 있다. 일시적 정보효과를 좀 더 근본적인 수준에서 살펴보기 위해서는 두 제시방법에 대한 비교뿐만 아니라 각각의 제시방식, 즉 시각적으로만 제시한 집단과 시청각적으로 제시한 집단, 각각에서도 분절화 등을 통한 일시적 정보효과를 살펴보는 것이 필요하다. Singh et al.(2012)은 일시적 정보효과를 좀 더 근본적인 수준에서 살펴보고 있지만, 이들은 학습 자료를 시각 혹은 청각, 한 가지 양식으로만 제시할 때 분절화 등을 통해 일시적 정보효과를 살펴보고 있다. 따라서 멀티미디어를 활용한 학습 환경에서 일시적 정보효과에 대한 포괄적인 이해를 위해 좀 더 근본적인 수준에서 일시적 정보효과를 살펴본 연구에 대한 필요성이 제기된다.

1.3 학습자 조절 시스템

일시적 정보효과는 학습자들이 새로운 정보를 처리하기에 충분한 시간을 가지기 전에 정보가 사라지는 것으로 인한 학습손실을 뜻한다. 그렇다면 학습자들이 반복적으로 오디오 파일을 들을 수 있는 경우, 청각적으로 제시되는 정보를 모두 머릿속에 기억하고 있어야 하는 것은 아니므로 일시적 정보효과를 극복할 수 있을 것으로 생각된다. 멀티미디어 환경에서 화면이 정해진 시간이 지나면 자동적으로 다음 페이지로 이동하는 시스

템 조절 환경과 달리, 학습자들이 컨트롤 박스를 통해서 다음 페이지로 이동하는 학습자 조절 환경에서는 학습자들이 오디오 파일을 여러 번 반복해서 들을 수 있고, 도중에 중단했다가 다시 들을 수도 있으므로, 학습자의 선택에 따라 학습에 효과적인 방법으로 오디오 파일을 들을 수 있게 된다. 따라서 길고 복잡한 청각적 자료가 제시될 경우에도 일시적 정보효과를 어느 정도 극복할 수 있을 것으로 생각된다.

멀티미디어 환경에서 학습자료 제시가 시스템 조절이나, 학습자 조절이나에 따른 일시적 정보효과를 살펴본 연구는 없다. 하지만 모달리티 효과와 관련한 연구가 이루어졌는데, Ginns(2005)은 모달리티 효과에 대한 메타분석 연구결과를 바탕으로 학습자료 제시 방법이 모달리티 효과를 제안하는 요인임을 지적하고 있다[17]. 즉 모달리티 효과가 나타나는 많은 연구에서 학습자료 제시가 시스템 조절이었음을 보고하고 있다. 또한, 학습자가 학습 자료를 조절한 경우에는 시각적으로만 학습 자료를 제시한 집단이 시청각적으로 학습 자료를 제시한 집단보다 효과적으로 학습한 역모달리티 효과가 드러난 연구결과들이 보고되었다[18]. 이러한 결과에 대해 연구자들은 학습자가 학습자료 제시를 조절하는 경우, 학습자는 제시된 정보를 처리해서 장기기억으로 전환시킬 충분한 시간을 가질 수 있으므로, 작동기억의 제한된 용량으로 인한 영향을 덜 받게 된다고 설명하고 있다. 비록 이들의 설명이 청각적 자료의 일시성에 따른 일시적 정보효과와 관련하여 설명한 것은 아니지만, 이들 설명은 학습자료 제시를 학습자가 조절하는 경우, 시스템이 조절하는 경우와 달리 학습자가 정보처리를 위한 시간을 충분히 가질 수 있기에 학습자료 제시양식에 따른 효과의 차이가 사라진다고도 해석할 수 있다. 따라서 일시적 정보효과는 학습자가 학습자료 제시를 조절할 경우 극복할 수 있을 것으로 예상되나 이와 관련한 연구는 거의 없는 실정이다.

1.4 연구가설

본 연구는 인지부하이론의 틀에서 멀티미디어 학습에서 길고 복잡한 학습 자료를 제시할 경우,

일시적 정보효과가 학습효율성에 미치는 영향을 살펴보는 것으로 목적으로 한다. 인지부하이론의 틀에서 높은 학습효율성은 낮은 인지부하 투입으로 높은 성취를 보이는 경우이며, 반대로 낮은 학습효율성은 높은 인지부하 투입으로 낮은 성취를 보이는 경우를 말한다[19]. 또한 일시적 정보효과 극복방안으로 예상되는 분절화와 학습자료 제시 조절방법을 통해 일시적 정보효과를 근본적인 수준에서 살펴보는 것을 목적으로 한다. 본 연구를 위한 구체적인 가설은 아래와 같다.

먼저 일시적 정보효과로 길고 복잡한 학습자료 제시에서는 시각적으로 학습 자료를 제시한 경우가 시청각적으로 학습 자료를 제시한 집단보다 효율적으로 학습할 것으로 생각된다(연구가설 1.1). 하지만 학습 자료를 분절화 하여 짧은 학습 자료를 제시한 경우 모달리티 효과로 인해 시청각적으로 학습한 집단이 시각적으로 학습한 집단보다 효율적으로 학습할 것으로 생각된다(연구가설 1.2).

일시적 정보효과가 청각적 자료의 일시성으로 인해 학습에 미치는 부정적인 영향이므로 분절화의 효과는 청각적 자료제시일 경우에만 나타날 것으로 예상된다. 따라서 시청각적 자료제시에서는 길고 복잡한 자료 제시집단과 짧은 자료 제시 집단 간에 학습효율성에서 차이가 있을 것으로 예상된다(연구가설 1.3). 하지만 시각적으로만 제시되는 집단에서는 자료의 길이 혹은 복잡성의 차이에 따른 학습효율성의 차이가 없을 것으로 예상된다(연구가설 1.4)

학습자료 제시를 학습자가 조절할 수 있는 경우 학습자가 길고 복잡한 청각적 정보를 머릿속에 계속해서 활성화시키는데 학습자의 제한된 작동기억 용량의 많은 부분을 사용할 필요가 없으므로 일시적 정보효과를 극복할 수 있을 것으로 생각된다. 따라서 길고 복잡한 학습 자료를 시청각적으로 제시할 때, 학습자료 제시 조절을 학습자가 조절하는 집단과 시스템이 자동적으로 진행하는 집단 간에 학습효율성에서 차이가 있을 것으로 예상된다(연구가설 2.1). 하지만 자료를 분절화 하여 짧은 자료를 제시한 경우 학습자의 작동기억에서 처리하기에 충분하므로 학습 자료 제시 조절방법에 따른 집단 간에 학습효율성의 차이는

없을 것으로 생각된다(연구가설 2.2). 그리고 시스템이 학습자료 제시를 조절하는 경우 길고 복잡한 시청각적 자료제시집단과 짧은 시청각적 자료제시 집단 간에 학습효율성에서 차이가 있을 것으로 생각된다(연구가설 2.3) 하지만 학습자가 학습자료 제시를 조절하는 경우 길고 복잡한 시청각적 자료제시집단과 짧은 시청각적 자료제시 집단 간에 학습효율성에서 차이가 없을 것으로 생각된다(연구가설 2.4)

2. 연구방법

2.1 연구대상

본 연구는 2015년 1학기에 한 사립 대학교 의과대학 의예과 1학년 35명, 2학년 33명과, 또 다른 사립대학의 교직 과목을 수강하는 간호과 2학년 학생 20명을 대상으로 하였다. 이 중에서 실험에 참여하지 않은 학생과 중도에 그만 둔 학생을 제외하고, 73명의 학생이 실험의 모든 단계를 마쳤다. 73명의 학생 중에서 균형설계를 위해, 집단 1에 속한 학습자들 중에서 중간 값의 테스트 점수를 얻은 한명을 탈락시켰다. 따라서 6집단(각 집단마다 12명씩), 72명의 데이터를 최종적으로 분석하였다. 72명의 학생 중 의예과 학생은 59명, 간호학과 학생은 13이었고 이 중에서 여자는 30명(41.7%), 남자 42명(58.3%)이었다. 이들 학습자들은 실험에 참여하기 위해 온라인 학습사이트에 로그인 할 때 순서대로 6 그룹(visualonly/long, visualonly/short, audiovisual/long, audiovisual/short, audiovisual/long/learner-paced, audiovisual/short/learner-paced) 중의 한 그룹에 배치되었다. 각 그룹에 배치된 후 학습내용과 관련한 사전지식을 측정한 진단검사에서 6그룹 간에 유의한 차이는 없었다($F(5, 67) = .30$ $p = .93$).

2.2 실험자료 및 도구

2.2.1 온라인 학습 환경

실험을 위해 스마트폰과 컴퓨터, 모두에서 학습할 수 있는 온라인 학습 환경을 개발하였다. 이 온라인 학습 환경은 로그인 페이지, 진단평가, 학

습하기, 테스트로 구성되었다. 학습자들은 이 사이트에 로그인 하자마자, 6 그룹 중의 하나에 순서대로 자동으로 배치되었고, 6그룹에 속한 학습자들은 학습하기 단계를 제외하고는 모두 동일한 조건에서 학습하였다.

먼저 학습자들이 온라인 학습 환경에 로그인하면 이름, 학번, 성별 등 학습자의 기본정보에 관한 문항이 제시되고, 학습자들이 모든 문항에 답을 하고 “next” 버튼을 누르면, 그 다음으로 온라인 학습 환경에 대한 간단한 안내페이지가 제시되었다. 안내 페이지에서는 이 프로그램에서 학습자가 학습할 내용, 프로그램 구성, 학습방법 등에 관한 간단한 안내가 텍스트로 학습자들에게 제시되었다. 시청각적 자료제시 형태의 경우 오디오 아이콘을 제시하여 이어폰을 준비하라는 안내가 학습방법에 대한 안내와 함께 제시되었다.

다음으로는 학습자들의 학습내용에 대한 사전 지식을 측정하기 위해 9문항으로 구성된 진단평가가 제시되었다. 진단평가가 끝난 후 학습하기 단계에서는 학습내용인 순서도 작성하기에 대한 개요와 6개의 완성된 예제가 제시되었다. 먼저 순서도 작성하기 개요에서는 순서도 작성에 필요한 내용들을 간단하게 설명하고 한 개의 쉬운 예시 문제를 제시하였다.

다음으로 6개의 완성된 예제가 학습자들이 속한 각 교수조건에 따라 6가지 방법으로 제시되었다. 집단 1은 순서도 그림과 길고 복잡한 설명 텍스트로 구성된 완성된 예제(visualonly/long), 집단 2는 순서도 그림과 길고 복잡한 텍스트를 분절하여 짧은 설명 텍스트로 구성된 완성된 예제(visualonly/short)가, 집단 3은 순서도 그림과 길고 복잡한 설명을 내레이션으로 제시한 완성된 예제(audiovisual/long)가, 집단 4는 순서도 그림과 분절화한 짧은 설명 텍스트를 내레이션으로 제시한 완성된 예제(audiovisual/short)가, 집단 5는 순서도 그림과 길고 복잡한 설명을 내레이션으로 제시하고, 또한 학습 자료 제시를 학습자가 조절하는 형태인 완성된 예제(audiovisual/long/learner-paced)가, 그리고 집단 6는 순서도 그림과 분절화한 짧은 설명 텍스트를 내레이션으로 제시하고, 학습자료 제시를 학습자가 조절하는 형태인 완성된 예제(audiovisual/short/learner-paced)가 제시

되었다. 학습자가 학습자료 제시를 조절하는 집단 5와 집단 6은 학습자가 화면에 제시된 “next” 버튼을 눌러 다음페이지로 진행하였지만, 나머지 집단 1에서 집단 4까지는 시스템이 학습 자료 제시를 조절하는 형태로 정해진 시간이 지나면 자동적으로 다음 페이지로 진행되었다(<표 1> 참고).

학습하기 단계가 끝난 후 테스트 단계에서는 테스트 9문제와 함께 인지부하를 측정하는 한 개의 문제가 쌍으로 제시되어, 총 18 문항이 제시되었다.

개발된 온라인 학습 환경에서 학습하기 단계를 제외하고 나머지 페이지에서 학습자들은 “next” 버튼을 눌러 다음 페이지로 이동할 수 있었지만, 뒤 페이지로 다시 돌아갈 수는 없었다. 또한 진단하기, 학습하기, 테스트 등을 시작하기 전에는 항상 다음 단계에 대한 안내 화면을 제시하여 학습자들이 다음 단계에서 무엇을 어떻게 해야 하는지에 대해 충분히 숙지하고 다음 단계로 넘어갈 수 있도록 하였다. 이 학습 환경에서 모든 프로그램을 끝마치는데 약 30분 정도 소요될 것으로 학습자들에게 안내되었다. 온라인 학습 환경이 개발된 후 12명의 교육공학을 전공하는 대학원생들을 대상으로 소집단 평가를 한 후 피드백을 반영하여 최종 완성하였다.

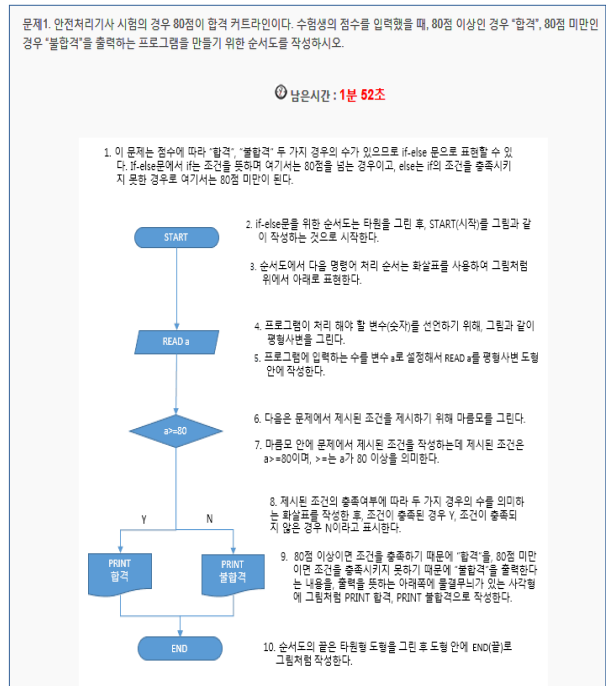
<표 1> 각 집단의 학습자료 제시양식, 길이, 및 제시조절 방법

집단	학습자료 제시양식	학습자료 길이	학습자료 제시 조절방법
visualonly/long	시각	긴 텍스트	시스템 조절
visualonly/short	시각	짧은 텍스트	시스템 조절
audiovisual/long,	시청각	긴 텍스트	시스템 조절
audiovisual/short	시청각	짧은 텍스트	시스템 조절
audiovisual/long/ learner-paced	시청각	긴 텍스트	학습자 조절
audiovisual/short /learner-paced	시청각	짧은 텍스트	학습자 조절

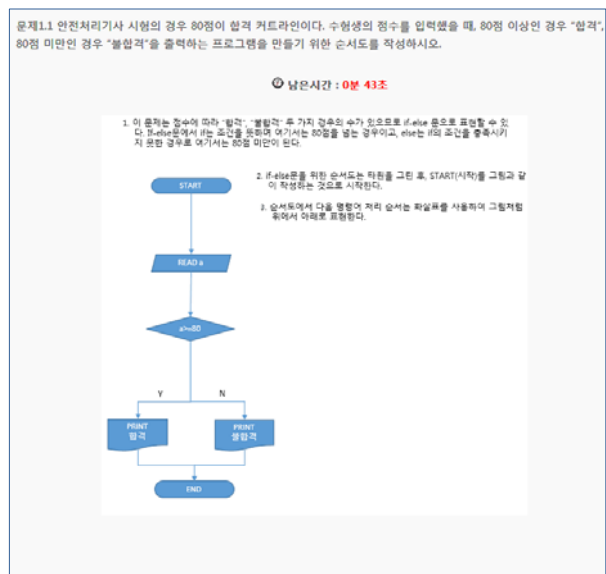
2.2.2 학습자료

본 연구에서 학습자들이 학습한 내용은 순서도 작성하기에 관한 것이었다. 세 가지 형태의 조건문, 즉 if-else 문, if-else 복합문, if-else 문을 포함한 while 문에 관한 순서도 작성하기로 가장 초

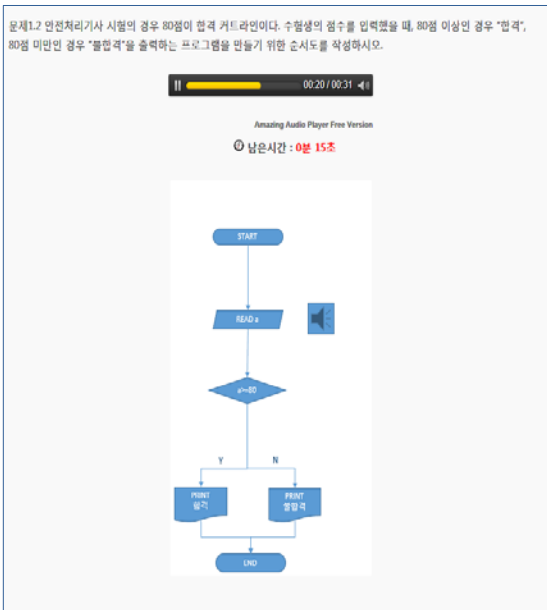
보적인 내용으로 구성되었다. 학습자들이 순서도 작성하기에 관한 사전 학습경험이 거의 없었으므로, 학습내용은 가장 초보적인 내용으로 선정하였다. 하지만, 제시된 각 완성된 예제에서 설명 텍스트에 제시된 문장의 수가 평균 13문장이었고, 또한 순서도를 작성하기 위해서는 순서도 작성을



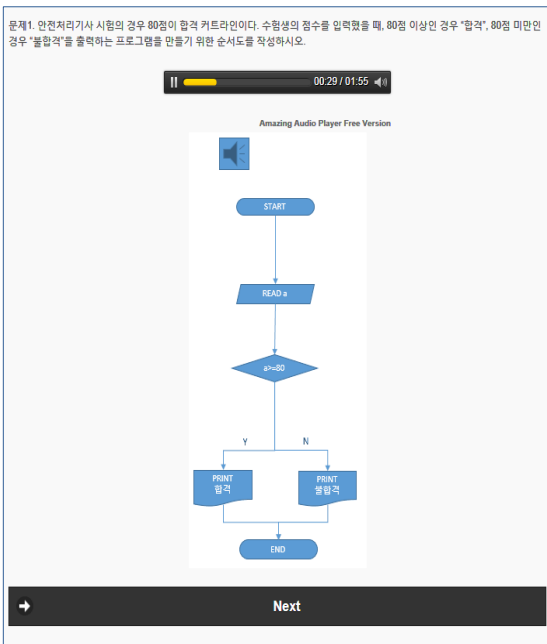
[그림 1]시각적 자료제시: 긴 텍스트



[그림 2]시각적 자료제시: 짧은 텍스트



[그림 3]시청각적 자료제시: 짧은 텍스트



[그림 4] 시청각적 자료제시 및 학습자 조절: 긴 텍스트

위한 각 부분 설명들 간의 관계를 이해하는 것이 필요하므로, 초보 학습자들이 학습하기에는 다소 복잡한(high element interactivity) 문제로 판단된다. 학습하기 단계에서 제시된 완성된 예제는 세 가지 제어문 각각 2문제씩 총 6문제이었다. 세 가지 조건문의 난이도는 if-else 문이 가장 쉽고, if-else 복합문이 그 다음이고, if-else 문을 포함한 while 문이 가장 복잡하였으며, 난이도가 가

장 쉬운 순서대로 학습자들에게 제시하였다. 학습 자료는 각 교수조건에 따라 6개의 형태로 개발되었다.

시각적(visualonly) 자료 제시는 문제와 순서도 그림과 함께 완성된 예제가 포함하고 있어야 하는 문제 상황, 정답, 해결방안 및 문제해결방법이 선택된 이유에 관한 정보, 모두를 시각적 텍스트로 제시하였다. 시각적 자료제시형태는 길고 복잡한 텍스트와 짧은 텍스트 두 가지로 개발되었는데, 긴 텍스트 형태는 [그림 1]에서 볼 수 있었던 페이지에 문제, 그림과 함께 모든 설명을 제시하였다. 짧은 텍스트 형태는 [그림 2]에서 볼 수 있듯이, 긴 텍스트 형태와 같은 내용이나 한 페이지에 제공되던 내용을 세 페이지로 나누어 제시하였다.

시청각적(audiovisual) 자료 제시는 [그림 3]에서 볼 수 있듯이 문제와 순서도 그림을 제외한 모든 설명은 오디오 파일을 통해 청각적으로 제시되었다. 시청각적 자료제시 형태는 [그림 3]처럼 오디오 박스가 문제 아래에 제시되었고 오디오박스 오른쪽에는 총 오디오파일 재생시간이 표시되어 있었고, 또한 오디오 박스아래쪽에는 남은 시간도 표시되었다. 시청각적으로 제시된 학습 자료도 길거나 짧은 텍스트 두 종류로 개발되었다. 긴 오디오 텍스트의 경우 [그림 4]처럼 오디오 박스아래로 오디오 아이콘이 제시되고 모든 설명이 한 번에 중단 없이 내레이션으로 제시되었다. 짧은 오디오 텍스트의 경우는 [그림 3]처럼 순서도 그림과 관련한 설명이 시작되는 부분에 오디오 아이콘을 제시하였다. 짧은 시각적 텍스트의 경우와 마찬가지로 짧은 오디오 텍스트의 경우도 세 페이지로 제시되었다.

시청각적 자료제시에서 학습자가 학습속도를 조절(audiovisual/learner-paced)할 수 있는 경우도 텍스트가 길고 짧은 형태 두 가지로 개발되었다. [그림 4]처럼 학습자가 학습자료 제시를 조절할 수 있는 경우는, 화면 아래에 “next” 버튼이 있고 학습자들이 이 버튼을 눌러야 다음 페이지로 진행할 수 있었다. 또한 학습 자료 제시를 학습자가 조절할 수 있는 경우는 오디오 파일을 반복해서 들을 수 있었고, 또 중간에 멈출 수도 있었다. 이 집단에 속한 학습자들에게는 학습하기

시작 전 안내 페이지에서 필요한 경우 오디오 파일을 반복해서 들을 수 있다는 것을 다른 안내사항과 함께 안내하였다.

학습자가 학습속도를 조절하는 경우가 아닌 다른 4가지 교수 조건은 시스템이 학습 자료를 조절하는 경우로 정해진 시간이 지나면 자동적으로 다음페이지로 이동하였다. 시청각적 자료 제시집단에서 시스템이 학습자료 제시를 조절하는 경우, 긴 텍스트의 경우 오디오 파일시간에 6초를 더한 시간이, 짧은 텍스트의 경우 오디오 파일 시간에 2초의 시간이 더 주어진 후 다음 화면으로 진행하였다. 따라서 긴 텍스트로 학습한 경우나 짧은 텍스트로 학습한 경우 모두 같은 시간 동안 학습하였다. 또한 시각적으로 학습 자료를 제시한 경우는 시청각적 자료제시에서 주어진 시간과 같은 시간만큼이 제시되고, 다음 화면으로 진행되었다. 학습자료 제시를 학습자가 조절 할 수 있는 경우를 제외한 나머지 4집단에서는 모든 페이지에서 남은 시간이 시계 아이콘과 함께 화면 가운데 부분에 제시되었다.

2.2.3 진단평가와 테스트

진단평가는 삼지선다형으로 학습자들이 학습하게 될 if-else 문, if-else 복합문, if-else 문을 포함한 while 문 순서도에 관한 문제 각각 3개씩으로 총 9문제로 구성되었다. 테스트에서도 진단평가와 마찬가지로 if-else 문, if-else 복합문, if-else 문을 포함한 while 문 각각 3문제씩 모두 9개의 문제가 제시되었다. 테스트는 학습자들이 학습하기에서 학습한 것과 같은 구조의 문제지만 다른 문제로 제시되었다.

학습자들이 무작위로 답을 선택하는 것을 최소화하기 위해 [그림 5]와 같이 모든 문제의 마지막 답까지는 “잘 모르겠음”을 제시하였다. 또 모든 시험 전 안내 페이지에서 답을 모르는 경우는 “잘 모르겠음”을 선택하도록 안내하였다. 배점은 정답을 맞힐 경우 1점, 답이 틀렸거나 “잘 모르겠음”을 선택한 경우는 0점으로 처리하였다. 두 시험 모두 시험시간은 15분이었지만 “next” 버튼을 눌러 학습자들은 다음 문제로 진행할 수 있었다. 테스트 단계에서는 각 문제 다음 페이지에서 각 문

제와 짝을 이룬 인지부하를 측정하는 문제가 제시되었다.



[그림 5] 진단 테스트 문제

2.2.4 인지부하 측정

인지부하측정은 주관적 설문법[20]을 이용하여 학습자에게 방금 해결한 문제가 얼마나 어려웠는지를 묻는 9점 척도, 1 문제(숫자가 커질수록 더욱 어려워짐)로 측정하였다. 주관적 설문법은 학습자가 수행 중에 자신이 투입한 인지적 노력을 반추해서 보고할 수 있다는 가정을 기반으로 한다. 주관적 설문법은 사용하기 편리할 뿐만 아니라 여러 연구에서 인지부하를 측정하는 도구로 광범위하게 사용되고 있다. 본 연구에서 인지부하를 측정하는 문제는 테스트단계에서 학습자들에게 테스트 문제와 함께 쌍으로 제시되었다. 따라서 총 9번의 인지부하 측정 문제가 제시되었다.

2.3 실험절차

실험에 대한 안내는 연구자에 의해 약 15분 정도 교실에서 면대면으로 이루어졌다. 연구자는 실험내용, 웹사이트에서 학습하는 방법, 웹사이트 URL등을 학습자에게 소개하였다. 또한 6그룹의 학습방법이 다름을 설명하고, 오디오 파일을 들어야 할 수도 있으므로 이어폰을 준비하도록 안내하였다. 온라인 학습 환경에 로그인해서 한 번에 학습을 끝내도록 안내하였고, 연구자의 휴대폰 번호와 이메일 주소를 학습자들에게 제시하여 온라인에서 학습하는 도중에 기술적인 문제가 있으면 연락하도록 안내하였다. 실험은 실험에 대한 안내

후 3주간 진행되었고, 실험기간동안 연구자는 학생들의 질문이나 기술적인 문제에 신속하게 대응하였다.

실험 참여는 학습자의 자발적인 선택으로 이루어졌으므로 실험참여로 인한 학점이나 다른 물질적인 보상은 없었다. 또한 실험기간동안 학습자들의 단체 카톡방 혹은 이 메일을 통해 학습자들의 참여를 유도하였다.

2.4 통계분석

본 연구의 가설 1.1에서 1.4까지를 검증하기 위해서 집단 1에서 집단 4까지의 네 그룹의 데이터를 비교하였다. 이를 위해 집단의 학습자료 제시양식(visualonly vs. audiovisual)과 학습자료 길이(long vs. short)를 독립변수로, 테스트 점수와 테스트 인지부하 측정값을 종속변수로 2x2 분산분석을 실시하였다. 또한 유의한 상호작용 분석을 위해서는 단순 주 효과 검증을 실시하였고, 단순 주 효과 해석에는 Bonferroni부등식을 이용하여 일종오류를 통제한 p값을 보고하였다.

또한 가설 2.1에서 2.4까지를 검증하기 위해서는 집단 3에서 집단 6까지의 네 그룹을 비교하였다. 이를 위해 학습자료 제시조절방법(system-paced vs. learner-paced)과 학습 자료 길이(long vs. short)를 독립변수로 테스트 점수와 테스트 인지부하를 종속변수로 2x2 분산분석을 실시하였다. 분산분석 결과 테스트 점수에서는 유의한 상호작용효과가 드러났으나, 테스트 인지부하 측정값에서는 유의한 상호작용효과가 드러나지 않았다. 유의한 상호작용 효과가 드러난 테스트 점수에서는 상호작용 분석을 위해서는 단순 주 효과 검증을 실시하였고, 단순 주 효과 해석에는 Bonferroni부등식을 이용하여 일종오류를 통제한 p값을 보고하였다. 유의한 상호작용이 드러나지 않은 테스트 인지부하 측정값은 집단 간의 비교를 위해 일원분산분석을 실시하였다. 본 연구에 적용된 유의도 수준은 .05이며, SPSS 22를 이용하여 통계 분석하였다.

3. 연구결과

3.1 학습자료 제시양식과 학습자료 길이를 독립변인으로 하는 분산분석결과

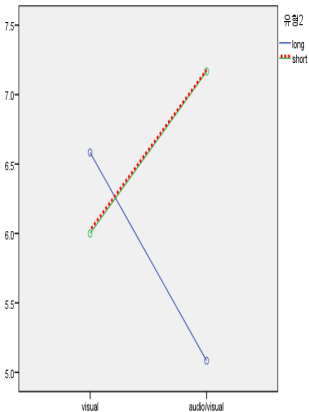
학습자료 제시양식과 학습자료 길이를 독립변수로 테스트 점수, 테스트 인지부하 측정값을 종속변수로 분산분석을 실시한 결과, 각 집단별 테스트 점수와 테스트에 학습자들이 투입한 인지부하 측정값에 대한 평균과 표준편차는 <표 2>과 같고, 분산분석 결과 <표 3>와 같다.

<표 2> 가설1:테스트 점수 및 테스트 인지부하 측정값에 대한 평균값과 표준편차 (각 집단별 N=12)

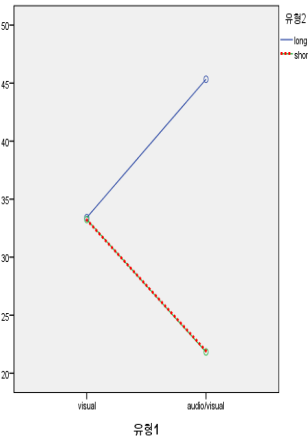
		test	cognitive load
visual only	long	6.58(1.08)	33.42(13.75)
	short	6.00(1.81)	33.25(13.95)
	total	6.29(1.49)	33.33(13.55)
audio visual	long	5.08(1.83)	45.33(18.27)
	short	7.17(.94)	21.83(14.75)
	total	6.13(1.78)	33.58(20.19)
total	long	5.83(1.66)	39.38(16.94)
	short	6.58(1.63)	27.54(15.20)
	total	6.21(1.62)	33.46(17.01)

<표 3>가설1:테스트 점수 및 테스트 인지부하측정값에 대한 이원분산분석 결과

	분산원	제곱합	자유도	평균 제곱	F	p	ES (partial-eta2)
테스트 점수	제시양식	.33	1	.33	.15	.70	.003
	자료길이	6.75	1	6.75	3.11	.09	.066
	상호작용	21.33	1	21.33	9.83	.00	.183
	집단내	95.50	44	2.17			
	전체	1974.00	48				
테스트 인지부하 측정값	제시양식	.75	1	.75	.01	.96	.000
	자료길이	1680.33	1	1680.33	7.19	.01	.140
	상호작용	1633.33	1	1633.33	6.99	.01	.137
	집단내	10285.50	44	233.76			
	전체	67334.00	48				



[그림 6]가설1:테스트 검사점수의 추정주변평균



[그림 7]가설1:테스트 인지부하 측정값의 추정주변평균

<표 4> 가설1:테스트 점수 및 테스트 인지부하측정값에 대한 단순 주 효과 분석결과

	분산원	제곱합	자유도	평균 제곱	F	p
테스트 점수	자료 길이					
	visual only	2.04	1	2.04	.09	1.54
	audio visual	26.04	1	26.04	12	.00
	자료 양식					
	long	13.50	1	13.50	6.22	.04
	short	8.17	1	8.17	3.76	.12
	오차	95.50	44	2.17		
테스트 인지부하 측정값	자료 길이					
	visual only	.17	1	.17	.00	2.00
	audio visual	3313.50	1	3313.50	14.17	.00
	자료 양식					
	long	852.04	1	852.04	3.64	.12
	short	782.04	1	782.04	3.35	.14
	오차	10285.50	44	233.76		

테스트 점수와 테스트에 학습자들이 투입한 인지부하 측정값에 대한 분산분석결과에 의하면, 두 변수 모두에서 학습자료 제시양식과 학습자료 길이 사이에는 유의한 상호작용 효과가 있었다($F(1, 44)=9.83, p=.00, F(1, 44)=6.99, p=.01$). 효과의 크기는 각각 .183, .137로 매우 높은 수준의 실제

적 유의성을 보여주었다. 이들 상호작용의 형태는 [그림 6, 7]에서 볼 수 있듯이 역순상호작용 형태를 보여주고 있다. 이들 상호작용의 성격을 규명하고자, 각 변수별 단순 주 효과를 분석한 결과는 <표 4>에 제시되어 있다. 먼저 테스트 점수를 살펴보면, 자료 길이의 경우 시청각적으로 학습 자료를 제시한 경우에만 텍스트 길이에 따른 유의한 차이가 있었다($F(1, 44)=12, p=.00$). 학습자료 양식의 경우는 학습 자료가 긴 경우에서만 시각적 집단과 시청각적 집단 간에 유의한 차이가 있었다($F(1, 44)=6.22, p=.04$). 테스트 인지부하 측정값에서는 먼저 자료 길이의 경우 마찬가지로 시청각적으로 학습 자료를 제시한 경우에만 자료 길이에 따른 유의한 차이가 있었다($F(1, 44)=14.17, p=.00$). 학습자료 양식의 경우에는 텍스트가 긴 경우, 짧은 경우 모두에서 유의한 차이를 보이지 않았다.

또한, 테스트 인지부하 측정값은 자료 길이에 대한 유의한 주 효과는 있는 것으로 드러났고, 효과의 크기는 .140으로 높은 수준의 실제적 유의성을 보여주었다($F(1, 44)=7.19, p=.01$).

3.2 학습자료 제시조절 방법과 학습자료 길이를 독립변인으로 하는 분산분석결과

학습자료 제시조절 방법과 학습 자료 길이를 독립변수로, 테스트 점수를 종속변수로 분산분석을 실시한 결과, 각 집단의 테스트 점수의 평균과 표준편차는 <표 5>와 같고, 분산분석 결과는 <표 6>와 같다. 테스트 점수에 대한 분산분석결과에 의하면, 유의한 상호작용 효과가 있었다($F(1, 44)=5.80, p=.02$). 효과의 크기는 .116로 중간 수준의 실제적 유의성을 보여주었고, 상호작용의 형태는 [그림 8]에서 볼 수 있듯이 역순상호작용 형태를 보여주고 있다.

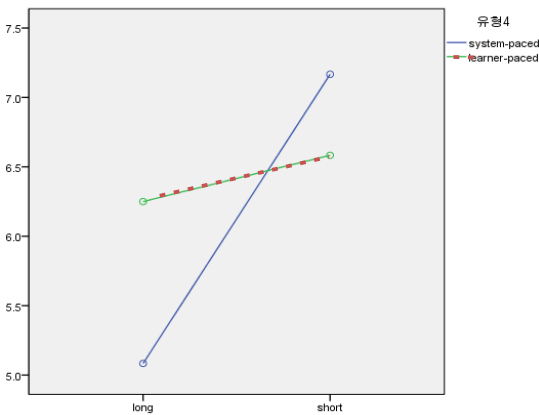
테스트 점수의 유의한 상호작용의 성격을 규명하고자 단순 주 효과를 분석한 결과는 <표 7>에 제시되어 있다. 학습자료 제시조절 방법의 경우, 학습 자료가 길고 복잡한 경우에만 학습자료 제시방법에 따른 차이가 있었다($F(1, 44)=16.38, p=.00$). 학습자료 길이의 경우 학습자료 제시 조절방법에 따른 집단 간 차이는 없었다.

<표 5>가설2: 테스트 점수에 대한 평균값과 표준편차

		test	N
long	system-paced	5.08(1.83)	12
	learner-paced	6.25(1.29)	12
	total	5.67(1.66)	24
short	system-paced	7.17(.94)	12
	learner-paced	6.58(.67)	12
	total	6.88(.85)	24
total	system-paced	6.13(1.78)	24
	learner-paced	6.42(1.02)	24
	total	6.27(1.44)	48

<표 6>가설2:테스트 점수에 대한 이원분산 분석 결과

	분산원	제곱합	자유도	평균 제곱	F	p	ES (partial-eta2)
테스트 점수	자료 길이	17.52	1	17.52	11.05	.00	.201
	조절 방법	1.02	1	1.02	.64	.43	.014
	상호 작용	9.19	1	9.19	5.80	.02	.116
	집단내	69.75	44	1.59			
	전체	1985.00	48				



[그림 8]가설2:테스트 검사점수의 추정주변평균

또한, 테스트 점수에서 자료 길이에 대한 유의한 주 효과가 있는 것으로 드러났고, 효과의 크기는 .201로 높은 수준의 실제적 유의성을 보여주었다($F(1, 44)=11.05, p=.00$). 테스트에 투입한 인지부하 측정값은 먼저 이원분산분석을 실시한 결과 상호작용 효과가 유의하지 않아서, 각 집단 간 평균차이를 분석하기 위해 일원분산분석을 실시하였다. 각 집단별 인지부하 측정값에 대한 평균

<표 7>가설2:테스트 점수에 대한 단순 주 효과 분석결과

	분산원	제곱합	자유도	평균 제곱	F	p
테스트 점수	조절 방법					
	long	26.04	1	26.04	16.38	.00
	short	.67	1	.67	.42	1.04
	자료 길이					
	system-paced	8.17	1	8.17	5.14	.06
	learner-paced	2.04	1	2.04	1.28	.52
	오차	69.75	44	1.59		

<표 8>가설2: 테스트 인지부하 측정값에 대한 평균값과 표준편차

	cognitive load	N
audiovisual/long/system-paced	45.33(18.27)	12
audiovisual/short/system-paced	21.83(14.75)	12
audiovisual/long/learner-paced	33.58(15.58)	12
audiovisual/short/learner-paced	23.33(10.41)	12
total	31.02(17.37)	48

<표 9>가설2: 테스트 인지부하측정값에 대한 일원분산분석결과

분산원	제곱합	자유도	평균 제곱	F	p	ES (partial-eta2)
집단간	4259.06	3	1419.69	6.30	.00	.300
집단내	9923.92	44	225.54			
전체	14182.98	47				

과 표준편차는 <표 8>과 같고, 일원분산분석 결과는 <표 9>과 같다. <표 9>에서 볼 수 있듯이 집단 간 테스트 인지부하 투입 값에는 유의한 차이가 있었고, 효과의 크기는 .300으로 높은 수준의 실제적 유의성을 보여주었다($F(3, 44)=6.30, p=.00$). 구체적으로 어느 집단 간에 유의한 차이가 있는지를 살펴보기 위해 Tukey방법에 의한 사후검증을 실시한 결과, 시청각적 학습자료 제시를 시스템이 조절한 집단에서 길고 복잡한 학습 자료를 제시한 집단과 짧은 학습 자료를 제시한 집단 간에 유의한 차이가 있었다. 또한 길고 복잡

한 청각적 학습 자료 제시를 시스템이 조절한 집단과 짧은 청각적 자료 제시를 학습자가 조절한 집단 간에 유의한 차이가 있었다.

4. 논의

4.1 일시적 정보효과: 학습자료 양식과 학습 자료의 복잡성과 길이

본 연구의 목적은 일시적 정보효과를 단순히 역모달리티 효과에 대한 대안적인 설명으로 일시적 정보효과를 확인하는 수준이 아니라 좀 더 근본적인 수준에서 일시적 정보효과를 살펴보는 것을 목적으로 하였다. 또한 일시적 정보효과를 극복할 수 있는 방안으로 분절화의 효과를 살펴보았다.

연구결과에 의하면 먼저 길고 복잡한 학습자료 제시에서 시각적 자료 제시집단이 시청각적 자료 제시 집단보다 유의하게 높은 테스트 점수를 획득하였다. 인지부하 측정값은 시각적 자료제시에서 시청각적 자료제시보다 낮은 인지부하를 투입하였지만 유의한 수준에는 미치지 못하였다. 테스트 인지부하 측정값이 비록 유의한 수준에는 미치지 못하였지만, 비슷하거나 보다 낮은 인지부하 투입으로 보다 높은 테스트 점수를 획득한 경우, 높은 학습효율성을 보여준다고 볼 수 있으므로 [19], 길고 복잡한 학습 자료에서는 시각적 자료제시 집단이 보다 효율적으로 학습한 것으로 판단된다. 학습 자료를 분절하여 짧은 학습 자료를 제시한 경우에는 시청각적으로 학습한 집단이 시각적으로만 학습한 집단보다 높은 테스트 점수와 낮은 인지부하를 투입하였지만, 유의한 수준에는 미치지 못하였다. 따라서 모달리티 효과가 드러나지는 않았다.

길고 복잡한 학습 자료를 제시한 경우 시각적 자료 제시집단이 보다 효율적으로 학습한 것은 Leathy & Sweller (2011), Singh et al.(2012)과 Wong et al(2012)의 연구와 같은 결과를 보여주고 있다. 즉 청각적 정보가 길고 복잡한 경우에는 일시적 정보효과로 역모달리티 효과가 나타난다는 연구결과들과 같은 결과를 보여주고 있다 [1][3][4]. 하지만 본 연구에서는 선행연구결과들과

달리 모달리티 효과가 드러나지는 않았다. 이에 관한 첫 번째 가능한 설명은 실험에 참여한 학습자의 수가 적은 것에 기인하는 것이 아닌가 생각된다. 또 다른 가능한 설명으로는 본 연구에서 청각적으로 제시된 문장 수에 기인하는 것이 아닐까 생각된다. Schüler et al. (2013)의 연구에서 시각적 자료를 설명하는 내레이션이 1-2 문장일 경우 모달리티 효과가 나타나고, 4 문장 정도에서는 모달리티 효과에 관한 결과가 혼합되어 나타나며, 5 문장 이상에서는 역모달리티 효과가 난다고 보고하고 있다[21]. 본 연구에서 청각적으로 제시된 짧은 버전의 학습 자료의 문장 수는 평균 5문장 정도이었다. 따라서 본 연구에서 유의한 모달리티 효과가 나타나지 않은 것이 짧은 버전에서도 상대적으로 많은 문장 수에 기인하는 것인지 혹은 피험자 수가 적은 것에 기인하는 지에 관한 후속 연구가 필요한 것으로 보인다.

일시적 정보효과가 정보의 일시성에 기인하는 것이라면 자료를 분절화 했을 경우, 분절화의 효과는 청각적 정보에서만 나타날 것으로 예상되었다. 예상대로 시청각적으로 자료를 제시한 집단에서만 짧게 분절화한 자료를 제시한 경우가 길고 복잡한 자료를 제시한 경우보다 유의하게 높은 학습효율성(높은 테스트 점수와 낮은 인지부하 투입)을 보여주었다. 또한 시각적으로만 학습 자료를 제시한 집단은 예상대로 분절화로 인한 테스트 점수에서의 차이도 인지부하 투입에서의 차이도 없었다. 즉 분절화로 인한 효과는 청각적 자료에서만 그 효과가 나타났다. 이러한 결과는 길고 복잡한 청각적 자료의 일시성으로 인해 청각적 자료를 작동기억에 계속해서 활성화하는 것과 관련한 인지과부하가 학습에 부정적인 영향을 미친다는 일시적 정보효과를 뒷받침해주는 결과로 볼 수 있다. 만일 일시적 정보효과가 아니라 단순히 자료 분절로 인해 페이지 당 처리해야 할 정보가 줄어든 것으로 인한 효과라면 시각적 혹은 시청각 자료제시 모두에서 분절화 효과가 나타나야 한다. 이러한 결과는 Singh et al (2012)의 청각적 자료 제시에서만 분절화에 따른 일시적 정보효과가 나타난 연구결과와 같은 연구결과를 보여주고 있다[3].

4.2 일시적 정보효과: 학습자료 제시조절 방법과 학습 자료의 복잡성과 길이

일시적 정보효과는 청각적 정보를 한번만 들을 수 있는 것이 아니라 반복해서 들을 수 있거나 천천히 듣는 등의 학습자가 학습자료 제시를 조절할 수 있는 경우 극복될 수 있을 것으로 예상되었다. 연구결과에 의하면 길고 복잡한 시청각적 학습자료 제시에서 학습자가 학습자료 제시를 조절할 수 있는 경우가 시스템이 학습자료 제시를 조절한 경우보다 유의하게 높은 테스트 점수를 보여주었다. 인지부하 측정값은 학습자 조절집단이 낮은 측정값을 보여 주었지만 유의한 수준에는 미치지 못했다. 하지만 앞서 언급했듯이 비슷하거나 낮은 수준의 인지부하 투입으로 보다 높은 성취를 보인 경우 높은 학습 효율성을 보인다고 볼 수 있으므로, 길고 복잡한 시청각적 자료제시에서 학습자가 학습 자료 제시를 조절한 집단이 보다 효율적으로 학습한 것으로 판단된다. 이러한 연구결과는 학습 자료 제시조절 방법이 일시적 정보효과를 극복할 수 있는 방안이 될 수 있다는 본 연구의 가설을 지지해주는 결과로 볼 수 있다.

짧은 학습자료 제시집단에서는 학습자료 조절 방법에 따른 집단 간의 테스트 점수도 인지부하 측정값에서도 유의한 차이가 없었으므로, 시스템 조절방법과 학습자 조절방법에 따른 학습효율성에서 차이가 없었다. 이는 일시적 정보효과는 텍스트가 길고 복잡한 경우에만 나타난다는 선행연구결과들과 일치하는 결과를 보여준다고 할 수 있다[1][2][3][4][5].

한편 통계적으로 유의한 수준은 아니지만 짧은 텍스트 집단에서 시스템 조절 방법에 속한 집단의 테스트 점수가 높았고, 또한 인지부하 측정값이 낮았다. 이는 제시되는 청각적 자료가 학습자의 인지부하 용량으로 충분히 처리될 수 있는 경우 시스템이 자동으로 학습 자료를 제시하는 것이 보다 효율적일 수도 있다는 것으로 보여주는 것 같다. 학습자들이 온라인 학습상황에서 학습자료조절 시스템을 활용해야 하는 것 자체가 학습자에게 인지부하를 초래하는 하나의 원인이 될 수도 있음을 보여 주는 것으로도 해석할 수 있다.

이는 모달리티 효과가 시스템이 학습자료 제시를 조절하는 경우에만 나타난다는 Tabbers et al.(2004)주장과도 같은 맥락의 결과를 보여주는 것으로도 해석할 수 있을 것 같다[18]. 청각적 정보가 학습자의 작동기억에서 충분히 처리될 수 있는 수준에서 시스템 조절 방식과 학습자 조절 방식 중에서 어떤 방법이 보다 효율적인가와 관련한 후속연구가 필요해 보인다.

시스템이 학습 자료를 조절하는 경우, 제시된 청각적 자료, 전체를 처리하기 위해서는 앞서 들어온 청각적 정보를 작동기억에 계속해서 활성화하고 있어야 하므로, 분절화에 따른 학습효율성에 차이가 있을 것으로 예상되었다. 연구결과에 의하면 짧은 학습자료 제시 집단이 길고 복잡한 학습자료 제시 집단보다 효과적으로 학습하였지만, 유의한 수준에는 미치지 못했다. 하지만 Bonferroni 부등식을 이용하여 일종오류를 통제한 p 값이 $p=.06$ 로 거의 유의한 수준에 근접하였고, 테스트에 투입한 인지부하측정값은 짧은 학습자료 제시 집단이 유의하게 낮은 인지부하를 투입하였다. 이는 같은 수준의 성취를 보다 적은 인지부하 투입으로 획득한 것으로 높은 학습효율성을 보여주는 것으로 판단할 수 있다[19]. 따라서 시스템이 시청각적 학습 자료를 조절하는 경우는 분절화 효과로 인해, 짧은 학습자료 제시집단이 보다 효율적으로 학습한 것으로 드러났다. 반대로 학습자 조절집단에서는 청각적 정보를 반복해서 들을 수 있으므로 분절화 효과는 미미할 것으로 예상되었고 예상대로 학습자가 학습 자료를 조절하는 집단에서는 자료 길이에 따른 테스트 점수도 인지부하 측정값에서도 유의한 차이가 없었다. 실제 학습자조절 집단의 학습자들 중에서 길고 복잡한 시청각적 학습 자료로 학습한 학습자 12명중에서 10명은 오디오 파일을 두 번 들었고, 나머지 2명은 세 번을 들었다. 짧은 학습자료 집단에 속한 학습자들 12명 중에서는 7명이 학습 내용을 반복해서 들었다. 이러한 결과는 학습자료 제시를 학습자가 조절하는 방법이 일시적 정보효과를 극복할 수 있는 방안임을 보여주는 결과로 판단된다.

5. 결론 및 연구의 제한점

결론적으로 본 연구에서 제기한 8가지 가설 중에서 모달리티 효과가 드러나지 않은 것을 제외하고는 모든 가설을 뒷받침하는 연구결과가 드러난 것으로 판단된다. 즉, 멀티미디어 학습 환경에서 일시적 정보효과로 인해, 길고 복잡한 학습 자료를 학습자에게 제시할 경우에는 시각적으로만 제시하는 것이 시청각으로 제시하는 것보다 효율적이다. 또한 시청각적으로 자료를 제시해야 하는 경우는 청각적 학습 자료를 분절화해서 제시하거나, 학습자료 제시를 학습자가 조절하는 방법으로 멀티미디어 학습 환경을 설계하는 것이 학습 효율성을 높이는 방안인 것으로 드러났다.

또한, 선행연구와 달리 본 연구에서는 일시적 정보효과를 살펴보기 위해 테스트 점수뿐만 아니라 테스트에 학습자들이 투입한 인지부하값도 측정하였다. 각 집단의 테스트 점수와 인지부하 측정값을 살펴보면 대부분의 경우에서 테스트 점수가 높은 집단이 인지부하 측정값이 낮았다. 이는 테스트 점수가 높은 집단이 보다 효과적으로 학습했을 뿐만 아니라 낮은 인지부하 투입으로 보다 효율적으로도 학습한 것을 보여준다. 본 연구에 제시된 인지부하 측정값은 일시적 정보효과가 청각적 정보가 학습자의 작동기억에 가해지는 인지과부하로 일어난다는 Leahy & Sweller(2011)의 주장에 대한 직접적인 증거로, 일시적 정보효과를 뒷받침해주는 강력한 증거로 판단된다.

마지막으로 본 연구의 제한점으로는 이 연구는 실험실 상황에서 이루어진 것이 아니고, 학습자들이 개별적으로 자신에게 편리한 시간과 공간에서 개인 컴퓨터나 스마트폰으로 실험사이트에 접속하여 실험에 참가하였다. 비록 실험과 관련한 안내를 상세히 제시하여, 실험 도중에 실험결과에 긍정적 혹은 부정적인 영향을 미칠 수 있는 요인을 최소화하려는 시도는 하였지만, 그 가능성을 완전히 배제했다고 볼 수는 없다. 또한, 본 실험에 참여한 학습자의 수가 각 집단 별로 12명이었으므로 본 연구의 결과를 일반화하는데 피험자 수를 고려하여 판단하는 것이 필요하다.

참 고 문 헌

- [1] Leahy, W., & Sweller, J. (2011). Cognitive load theory, modality of presentation and the transient information effect. *Applied Cognitive Psychology*, 25(6), 943-951.
- [2] Lin, Y. C., Liu, T. C., & Sweller, J. (2015). Improving the frame design of computer simulations for learning: Determining the primacy of the isolated elements or the transient information effects. *Computers & Education*, 88, 280-291.
- [3] Singh, A. M., Marcus, N., & Ayres, P. (2012). The transient information effect: Investigating the impact of segmentation on spoken and written text. *Applied Cognitive Psychology*, 26(6), 848-853.
- [4] Wong, A., Leahy, W., Marcus, N., & Sweller, J. (2012). Cognitive load theory, the transient information effect and e-learning. *Learning and Instruction*, 22(6), 449-457.
- [5] Sweller, J., Ayres, P., & Kalyuga, S. (2011). *Cognitive load theory* (Vol.1). New York: Springer.
- [6] Low, R., & Sweller, J. (2005). The modality principle in multimedia learning. *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning*, 147-158.
- [7] Paas, F., Renkl, A., & Sweller, J. (2004). Cognitive load theory: Instructional implications of the interaction between information structures and cognitive architecture. *Instructional Science*, 32(1), 1-8.
- [8] Sweller, J. (2010). Element interactivity and intrinsic, extraneous, and germane cognitive load. *Educational Psychology Review*, 22(2), 123-138.
- [9] Hatsidimitris, G., & Kalyuga, S. (2013). Guided self-management of transient information in animations through pacing and sequencing strategies. *Educational*

Technology Research and Development,
61(1), 91-105.

- [10] Plass, J. L., Moreno, R., & Brünken, R. (2010). *Cognitive load theory*. New York: Cambridge University Press.
- [11] Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, 12(2), 257-285.
- [12] Sweller, J., & Chandler, P. (1994). Why some material is difficult to learn. *Cognition and Instruction*, 12(3), 185-233.
- [13] Van Merriënboer, J. J., & Sweller, J. (2005). Cognitive load theory and complex learning: Recent developments and future directions. *Educational Psychology Review*, 17(2), 147-177.
- [14] Baddeley, A. D. (1992). Working memory. *Science*, 255, 556 - 559.
- [15] Mousavi, S. Y., Low, R., & Sweller, J. (1995). Reducing cognitive load by mixing auditory and visual presentation modes. *Journal of Educational Psychology*, 87, 319 - 334.
- [16] Kalyuga, S. (2012). Instructional benefits of spoken words: A review of cognitive load factors. *Educational Research Review*, 7(2), 145-159.
- [17] Ginns, P. (2005). Meta-analysis of the modality effect. *Learning and Instruction*, 15(4), 313-331.
- [18] Tabbers, H. K., Martens, R. L., & van Merriënboer, J. (2004). Multimedia instructions and cognitive load theory: Effects of modality and cueing. *British Journal of Educational Psychology*, 74, 71 - 81.
- [19] Van Gog, T., & Paas, F. (2008). Instructional efficiency: Revisiting the original construct in educational research. *Educational Psychologist*, 43(1), 16-26.
- [20] Paas, F. G., & Van Merriënboer, J. J. (1994). Variability of worked examples and transfer of geometrical problem-solving skills: A cognitive-load approach. *Journal of Educational*

Psychology, 86(1), 122.

- [21] Schüler, A., Scheiter, K., Rummel, R., & Gerjets, P. (2012). Explaining the modality effect in multimedia learning: Is it due to a lack of temporal contiguity with written text and pictures? *Learning and Instruction*, 22(2), 92-102.



시 지 현

2005 University of Toronto
교육과정 및 교수학습
(M. A)

2012 한양대학교 교육공학과
(교육학 박사)

2014~현재 동아대학교 의과대학 의료인문학교실
조교수

관심분야: 멀티미디어 학습, 인지부하이론, PBL,
CSCL, 이러닝

E-Mail: jennyhan0306@gmail.com