

컴퓨터교육학회 논문지 2026년 제29권 제6호
<https://doi.org/10.32431/kace.2026.29.6.001>



데이터 시각화 문해력 수업교재 개발 및 적용 사례 연구*

Development and Application Case Study of Data Visualization Literacy Teaching Materials

류주희[†] · 심준호^{††} 
 Juhee Ryoo[†] · Junho Shim^{††}

요약

데이터 인사이트를 도출하고 효과적 의사소통을 위한 데이터 시각화 문해력 증진은 중요하다. 수업 현장에 현실적으로 적용할 수 있는 데이터 시각화 문해력 증진을 위한 교재 개발 및 적용사례가 필요한 이유이다. 본 논문에서는 IT 특성화고등학생을 대상으로 데이터 시각화 문해력 수업교재 개발과 적용 분석 사례를 소개한다. 수업교재는 교사가 사용할 강의 자료와 수업 효과성 평가도구를 포함한다. 강의 자료는 다양한 데이터 시각화 기법을 다루고, 읽고 해석할 뿐 아니라, 생성하고 비판하며 활용할 수 있는 통합적 역량을 키우도록 설계된 특징을 가진다. 평가도구는 기존의 데이터 시각화 문해력 측정 도구(VLAT)에 기반한 평가지 형태로, 제한된 수업 차시와 강의 자료에 맞게 변형하였고, 사전 사후 두 가지 형태로 개발된 특징을 가진다.

주제어 데이터 시각화 문해력, 시각화 수업교재, 시각화 문해력 평가도구, 컴퓨터 교과교육, 특성화고

ABSTRACT

Improving data visualization literacy (DVL) is crucial for deriving data insights and communicating effectively. This is why developing teaching materials and application cases for improving visualization literacy in practical classroom settings is necessary. This paper presents a case study of the development and application of a visualization literacy teaching materials for IT specialized high school students. Our teaching materials include both lecture materials for teachers to use and an assessment tool to evaluate the effectiveness. The lecture materials are designed to foster integrated competencies in reading, critiquing, interpreting and utilizing various data visualizations. The assessment tool is based on the existing Data Visualization Literacy Assessment Tool (VLAT), modified to fit the limited number of sessions and the developed lecture materials. It features two forms: pre-test and post-test.

Keywords Data Visualization Literacy, DVL, Visualization Teaching Materials, Visualization Literacy Assessment Tool, Computer Education, Specialized High School

†정회원 숙명여자대학교 교육대학원 컴퓨터교육
전공 석사졸업

††정회원 숙명여자대학교 소프트웨어학부 교수
(교신저자)

논문투고 2025년 12월 11일

심사완료 2026년 04월 10일

게재확정 2026년 05월 11일

발행일자 2026년 06월 22일

* 본 논문은 제1저자의 숙명여자대학교 교육대학원 석사 학위논문 일부를 발췌하여 요약, 정리한 것임.

1. 서론

오늘날 우리는 데이터가 곧 자산이 되는 시대에 살고 있다. 데이터는 그 양과 종류가 기하급수적으로 증가하고 있다. 이러한 데이터를 ‘빅데이터’라 부른다. 이러한 시대에 커지고 빨라지고 더 복잡해지는 데이터를 이해하는 능력은 중요하며 올바른 정보해석과 정보기반의 의사결정, 더 나아가 타인과 소통하는 능력은 디지털 시민으로서 갖추어야 할 필수기술이다[1, 2].

시각화를 사용하면 데이터를 효과적으로 표현할 수 있어 설득력을 강화한다. 따라서 데이터 시각화를 읽고, 이해하며 해석하는 능력은 개인의 업무 수행뿐 아니라 타인과의 소통에도 영향을 미친다[3]. 즉, 데이터 시각화 문해력(Data Visualization Literacy, DVL)의 중요성이 증대되고 있다. DVL은 데이터 기반 시각자료를 읽고(reading), 이해할 뿐 아니라, 목적에 맞게 생성(constructing)하고, 설계의 타당성을 비판(critiquing)적으로 평가하며, 이를 의사소통과 문제 해결에 활용(using)하는 종합적 역량을 의미한다[3-5].

학교 현장에서 DVL 증진을 위한 교육이 이루어져야 한다[1, 6, 7]. 2022 개정 교육과정은 이러한 시대의 변화에 대응하여 모든 학생이 언어·수리·디지털 기초 소양을 갖추도록 제시한다. 정보 교과 성취기준을 통해 데이터 시각화 관련 성취기준을 구체화하고 있다[8, 9]. 그러나 실제 중·고등학교 정규 교육과정의 시간적 한계가 존재한다. 특히 고교 학점제에서의 과목 선택에 따라 학생들은 데이터 시각화에 대해 제한적으로 학습할 수 있다. 따라서 교육 현장에서 제한된 짧은 차시의 수업 안에서 학습자가 차트 읽기, 생성, 활용, 비판을 경험할 수 있도록 하는 DVL 향상 수업 및 관련 교재 개발이 필요하다[8, 9].

본 연구에서 우리는 3차시의 수업에 적용할 수 있도록 수업교재 즉, 강의 자료와 평가지를 개발하여 적용한 후, 개발 수업교재의 DVL 향상 효과성을 분석하는 시도를 하였다. 기존 DVL 관련 연구와 차별되는 본 연구의 공헌점은 다음과 같이 세 가지로 요약할 수 있다.

첫째, 중·고등학교 학교 현장에서 실제 적용 가능한 짧은 차시(3차시)의 DVL 향상 강의 자료를 개발하였다. 둘째, 수업시간 내에 실시할 수 있는 DVL 동형평가지를 하나의 세트(사전용, 사후용)로 개발하였다. 기존의 DVL 평가도구는 사전 사후 구분이 아닌 하나의 형태만 가진다. 사전용과 사후용 평가지를 세트로 사용하면, 수업 전, 후의 학생들의 DVL을 비교분석할 수 있어 수업에 따른 향상 정도를 정량적으로 파악할 수 있다. 마지막으로, 개발한 강의 자료와 평가지를 실험적으로 실제 수업에 적용하였으며, 강의 자료가 적용된 수업의 효과성을 알아보고자 정량분석하여 제시하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저 2절에서는 관련 연구에 관해 설명하고, 3절에서는 강의 자료 개발 및 적용에 관해 설명한다. 4절에서는 DVL 평가지 개발과 적용, 효과성 분석 결과를 설명한다. 제5절에서는 결론과 추후 연구 방향을 기술한다.

2. 관련 연구

2.1 DVL 관련 선행연구

데이터 시각화 문해력(Data Visualization Literacy, DVL)에 대한 중요성은 국내, 외에서 논해졌고, DVL에 대한 정의도 다양하다. 본 연구에서 DVL은 단순한 차트 읽기(reading)뿐 아니라 생성(constructing), 활용(using), 비판(critiquing)을 포괄하는 역량을 의미한다[3, 4, 5].

Table 1은 본 연구에서 선행연구로 조사하여 다룬 DVL 관련 연구를 정리한 표이다. 대상을 세 가지로 나누었다. 중학교 또는 고등학교 대상으로 진행된 연구는 DVL을 활용한 교과명을 함께 기재하였다.

Table 1. Summary of the DVL literature review

	International or Domestic / Educational Domains
Elementary school or younger	[5],[17],[18],[19],[20],[22],[23],[24],[25]
Middle or high school	arts[14] geography[15] science[16] creative convergence[21]
College students or adults	[3],[4],[6],[10],[11],[12],[13]

국외에서는 DVL을 향상하기 위한 교육과정이 개발된 사례가 있으나 주로 대학생이 대상[4, 10]이거나, 초등학교 저학년 학생 대상[5]으로 개발되었으며 수업 차시가 한 학기 이상으로 길다.

DVL을 측정하기 위한 평가도구를 개발하려는 시도는 IVMOOC 학생 대상 수업용 퀴즈 [4], 일반인 대상 의료 관련 시각화 해석 능력 측정 도구 [6], 그 외에도 대학생 이상을 대상으로 한 DVL 관련 평가도구[11], VLAT(Visualization Literacy Assessment Test)[3], 선 그래프 1, 2, 막대그래프, 산점도와 관련된 문제만으로 구성된 평가도구 [12], VLAT의 축소 버전 [13] 등이 알려져 있다. 평가도구에서 다루는 시각화 유형이 적거나, 구체적인 분야에 대한 그래프만 다루거나, 수업 맞춤형 퀴즈라는 특수성이 있다. VLAT는 일반인 대상으로 개발된 DVL 측정 평가도구이며 문항이 공개되어 있고 평가 문항에 대한 신뢰성과 타당성이 입증되었다[3]. 본 연구의 DVL 평가도구는 이를 기초로 하였으며, 초기 VLAT 버전을 기반으로 문항을 개발하였다.

국내에서도 DVL과 관련된 연구가 이루어지고 있다. 미술 교과에서 시행된 DVL 증진 수업은 고등학생을 대상으로 하였으나 Tagxedo를 이용하여 워드 클라우드를 활용한 데이터 시각화로 작품을 구성하는 한 가지 시각화만 다루었다는 한계가 있다[14]. 지리 공간 데이터 시각화에 초점을 맞춘 연구 [15]와, 과학 교과에서의 기후변화 관련 데이터 시각화에 초점을 맞춘 연구 [16], 미술교육에서의 데이터 예술을 통한 확장된 데이터 시각화 교육방안 모색 연구 [17] 등

이 있다. 초등학생을 위한 데이터 시각화 문해력 교육방안에 대한 연구 [18]와 데이터 시각화가 초등학생의 의사소통 능력에 미치는 영향 [19], Python을 활용하여 데이터 시각화를 위한 교육교재 개발 및 적용된 사례가 있으나 대상이 초등학생에 국한되어 있다[20]. 수업에 데이터 시각화를 도구로 활용한 사례들도 다수 존재한다[21-25].

이처럼 그동안 수행된 DVL 향상을 위한 교육과정, 수업 교재 개발 관련 연구는 대상이 초등 또는 대학생에 치우쳤으며, 한두 개의 데이터 시각화만 다루거나, 데이터 시각화를 다른 능력향상을 위한 도구로 사용하는 연구가 대부분이라는 사실은 본 연구와 다른 점이다. 또한, DVL을 향상하기 위해 다양한 데이터 시각화 유형을 다루고, 시각화를 읽고 해석, 비판하며, 실제 데이터를 활용하여 직접 생성하는 통합적 역량을 설계한 실습 중심 수업과 정량적 효과 검증을 결합한 연구는 드물다. 본 연구에서 개발한 수업교재에는 실습 또한 포함되어 있으며, 두 개의 동형평가지를 활용하여 강의자료가 적용된 수업에 대한 정량적 효과 검증 시도가 이루어졌다는 것은 본 연구와 기존 연구의 차별점이다.

2.2 2022 개정 교육과정과 데이터 시각화

아래의 Table 2는 우리나라 중등, 고등의 보통교과에 해당하는 정보 교과와 2022 개정 교육과정에서 나타난 데이터 시각화 관련 성취기준 내용 일부를 정리하여 제시한 것이다[9].

Table 2. Data visualization-related achievement standards

Achievement standards
[9INF02-03] Structure real-world data into various formats, such as tables and charts
[12INF02-04] Visualize data using big data analysis tools and interpret its meaning and value.
[12DS02-02] Minimize the possibility of errors by preprocessing data through detection and normalization of outliers and missing values, and visualize it for data analysis.
[12SWL03-03] Analyze and visualize data to interpret the meaning of various social phenomena.

2022개정 정보 교과와 교육과정에 제시된 성취기준으로 예를 들어 [9INF02-03]은 중학교 정보 교과 과목 두 번째 영역의 세 번째 성취기준을 의미한다. 중학교 정보 교과를 비롯하여 고등학교 일반선택과목 정보, 진로선택과목 데이터 과학, 융합선택과목 소프트웨어와 생활에서 데이터 시각화에 관한 성취기준이 있음을 확인할 수 있다. 즉, 수업시간에 데이터 시각화에 대하여 다루고 있음을 볼 수 있다.

중학교의 정보 교과는 정보 수업 시수와 학교 자율시간 등을 활용하여 68시간 이상 편성, 운영된다. 고등학교는 고교학점제 도입으로 학생의 이수 가능 학점은 192학점으로 제한되고, 진로·융합선택 과목의 개설은 학교 여건과 학생 수요에 따라 좌우된다[8, 9]. 따라서 학생의 과목 선택 및 수강 가능 학점의 제한으로 데이터 시각화에 대한 학습이 충분히 이루어지지 못하는 학생이 발생할 수 있다.

2.3 VLAT(Visualization Literacy Assessment Test)

VLAT는 DVL을 측정하기 위한 표준화 평가도구 중 하나로서 타당성과 신뢰성이 입증된 도구로 알려져 있다.[3] VLAT의 초기 개발 버전(blueprint 기반 개발된 문항)은 총 12개의 시각화 유형(visualization types)과 10개의 시각화 작업(visualization tasks)을 제시하고, 이에 따른 60여 개의 문항을 구성하여 DVL을 측정 진단하는 도구로 개발되었다. 이후 문항의 내용 타당도, 변별도 등의 전문가 검증을 거쳐 최종 53문항, 8개의 시각화 작업으로 정교화되었다. 본 연구에서는 조정된 두 시각화 작업에 대해서도 학생들이 접할 필요가 있으며, 평가지를 해결하는 평가과정에서도 학습이 이루어질 수 있음을 고려하여 VLAT 초기 개발단계의 60여 문항과 10개의 시각화 작업을 활용하였다.

Table 3은 VLAT의 시각화 유형(types)과 작업(tasks)을 연구자가 정리 제시한 표이다.

Table 3. VLAT visualization types and tasks

Visualization types		
Line chart	Bar chart	Stacked bar chart
100% Stacked bar chart	Pie chart	Histogram
Scatter plot	Area chart	Stacked area chart
Bubble chart	Choropleth map	Tree map
Visualization tasks & symbol		
(RV) Retrieve value	(FE) Find extremum	(DR) Determine range
(RT) Find correlations/trends	(MC) Make comparisons	(CD) Characterize distribution
(FA) Find anomalies	(FC) Find extremum Make comparisons	(IC) Identify the characteristic of bins
(HS) Identify the hierarchical structure		

VLAT에서 다루는 시각화 유형은 Line Chart를 비롯하여 12개의 시각화 유형을 가진다. 묻고 있는 시각화 작업은 10가지이며 본 연구에서는 우리의 평가도구에서 비교 설명할 목적으로 이를 기호(symbol)로 나타내었다. 예를 들어 Retrieve value는 데이터 시각화에서 나타내고 있는 특정 데이터값(value)을 읽는(retrieve) 작업 유형의 문항을 의미한다. 기호로 Retrieve의 R과 Value의 V를 이용하여 나타내었다.

국내에서는 VLAT에 대한 한국어 번역 및 맥락 조정을 시도한 K-VLAT 평가도구가 개발된 사례가 있다[26]. 하지만 평가도구 자체의 국문화에 주안 한 것으로서, DVL 관련 수업 설계, K-VLAT를 적용하여 교육 프로그램의 효과성 입증에 연결한 연구는 아직 초기 단계라 볼 수 있다.

본 연구에서의 평가도구는 적용 대상인 국내 학생들을 고려하여 VLAT 문항을 한국어로 번역한 후, 단계 구분도(Choropleth map)와 관련된 시각화 자료를 서울시 구 자료로 변경하였다. 또한, VLAT 문항을 바탕으로 일부 수정

과정을 거치었고, 사전, 사후 두 개의 동형평가지를 개발한 특징이 있다.

3. 수업교재 개발 및 적용

3.1 수업교재 적용 대상

본 연구에서 개발된 수업교재는 IT 전공 특성화고등학교를 적용 대상으로 설계 개발되었다. 서울소재지의 D 특성화 고등학교에 재학 중인 2024년 12월에 24학년도 기준 1학년 학생들(70명)을 대상으로 개발한 수업교재를 적용하였다. 2024학년도 1학기부터 2학기까지 ITQ Excel 자격증 취득을 위한 Excel 수업을 수강하여 기본적인 Excel 기능을 사용할 수 있으며, 인공지능기초 교과 수업을 통해 Python의 기초 문법을 학습한 바 있다. 따라서 Python과 Excel을 활용한 실습 활동을 수행하는 데에 큰 어려움이 없다. 학생들에게는 연구 목적·절차·자료 활용에 대해 안내하고 동의를 받았으며, 70명 중 사전, 사후 평가지를 모두 완료하여 제출한 55명의 자료만을 최종 분석에 활용하였다.

3.2 강의 자료 개발 및 수업 적용

강의 자료 설계는 DVL 향상을 위해 읽기(reading), 생성(constructing), 활용(using), 비판(critiquing) 역량들을 모두 경험하도록 하는 것을 목표로 하였다[3, 4, 5]. VLAT의 12개 시각화 유형·10개 작업 유형을 교수·학습 요소에 반영하였다[3]. Chapter의 구성은 [27]의 목차를 일부 참고하여 재구성하였다.

Table 4는 본 연구에서 개발된 강의 자료의 장과 절에 대한 내용 구성과 해당하는 DVL 역량을 정리표로 보여주고 있다. 테이블에서 '●'표시는 해당 강의 자료가 이론 학습 후 실습을 병행하도록 실습 내용을 포함하고 있음을 의미한다. 읽기(reading), 생성(constructing), 활용(using), 비판(critiquing) 역량(competence)은 각각, (R), (Co), (U), (Cr)기호로서 표기하였다.

Table 4. Teaching material composition and related DVL competencies

Chap.1 Necessity of data visualization				
Necessity of data visualization				(Cr)(U)
Chap.2 Visual literacy & DVL				
(VL) Visual literacy & DVL				(Cr)(U)
Chap.3 Temporal visualization				
(VL) Bar chart	●	(VL) Stacked bar chart	●	(R)(Co)
Dot plot	●	Connected dot plot	●	
(VL) Line / area chart	●	(VL) Stacked area chart	●	
Chap.4 Distribution visualization				
(VL) Pie	●	Donut	●	(R)(Co)
(VL) Stacked bar by category	●	(VL) Tree map	●	
Cumulative over time			●	

Chap.5 Relationship visualization				
Correlation				
(VL) Correlation	●	(VL) Bubble chart	●	(R)(Co)
Chap.6 Spatial visualization				
Point & line map		Bubble on map	●	(R)(Co)
(VL) Choropleth map			●	
Small multiples				(U)

강의 자료는 Table 3에서 제시된 VLAT의 12개 시각화 유형과 10개 작업 유형을 모두 포함하였다. Table 4에 나타나는 기호는 해당 강의 자료 장 혹은 절이 VLAT에서 다루는 시각화 유형을 다룬다는 것을 나타낸다. 또한, 개발된 강의 자료는 기존 VLAT에는 없던 새로운 시각화 유형도 포함하고 있다. 예를 들어, Chap. 3 시간 시각화(Temporal visualization)의 점그래프(Dot Plot)는 기존 VLAT의 12개의 시각화 유형에 포함되지 않은 본 연구에서 추가한 유형이다. 연결된 점그래프(Connected dot plot), 도넛(Donut) 시각화 유형 등과 함께 강의 자료에 추가한 점은 본 연구와 기존 VLAT과의 차별점이다.

수업은 총 6개의 Chapter로 구성되어 있으며, 각 Chapter는 이론 제시 후 Excel을 통해 시각화 자료의 생성을 경험하고 Python을 활용하여 동일한 시각화 자료를 구현하기 위한 코드를 실습하는 방식으로 진행하였다. 이를 통해 제한된 차시 내에서도 학습자가 직접 시각화를 설계·구현·해석하는 경험을 확보하도록 수업을 구성하였다. 특히 Python은 오픈소스로 실무 활용도가 높아, 수업 후 실제 현장에서의 적용 가능성을 높일 수 있도록 고려하였다. 수업 초반인 Chap. 1, 2에서는 데이터 시각화는 무엇인지, 왜 필요한지 등에 관하여 구체적인 사례를 들어 설명하였다. 학생들이 데이터 시각화의 유용성과 필요성, 효과성을 스스로 느낄 수 있도록 하여 동기 유발에 도움을 주고자 함이다.

개발된 강의 자료는 3차시 수업을 통하여 적용하였다. 학생들의 데이터 시각화에 대한 이해, 프로그래밍 능력, Excel과 Python을 다루는 능력이 개인별로 상이함으로 이론의 이해, 실습 수행 속도가 다를 것을 고려하였다. 이 문제를 해결하기 위해 수업시간에는 필자가 강의 자료를 기반으로 미리 제작한 동영상 자료를 제공하여 학생들이 영상을 보며 이론을 학습하고 실습까지 할 수 있도록 하였다. 각 영상에는 Chapter별 이론과 실습에 해당하는 내용이 담겨있다. 각 영상 끝에 Excel과 Python 실습을 배치하였다. 영상은 반복 시청과 배속 조절이 가능하도록 제작하였으며, 수업시간에는 실시간 질의응답을 통해 개인별 난점에 대해서 교사의 도움을 받아 해결할 수 있도록 구성하였다. 본 논문에서는 지면 제약 상 수업자료의 세부 내용을 생략하였고, 구체적인 내용은 [28]에 상세히 기술되어 있다.

예를 들어 Fig. 1은 앞서 Table 4에 나타나는 Chap.4 분포시각화 기법의 Treemap을 수업시간에 실습한 Python 코드의 일부 예시이다. 코드에서 볼 수 있듯이 학생들의 도식 메뉴 선택 분포를 Treemap을 통하여 시각적으로 나

타나도록 하며, 그 시각화 실행결과는 Fig. 2와 같다.

```

import numpy as np

import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np

# 데이터 정의
menu = ['치킨마요', '불닭마요', '계육', '돈까스']
counts = [5, 7, 7, 2] # 1번 도시락 선택 수

# 트리맵 그리기
plt.figure(figsize=(8,6))
squarify.plot(sizes=counts, label=menu, alpha=0.5,
              color=['gold', 'lightcoral', 'skyblue', 'lightgreen'],
              text_kwargs={"fontsize": 14, "fontproperties": fontprop})
plt.title("1번 도시락 선택 트리맵", fontproperties=fontprop, fontsize=18)
plt.axis("off") # 축 제거
plt.show()

```

Figure 1. Python code example

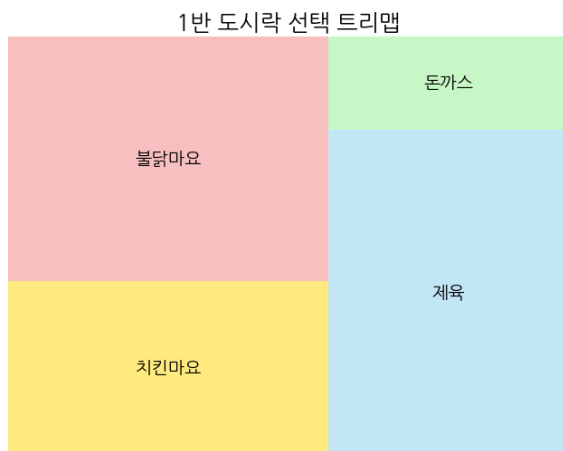


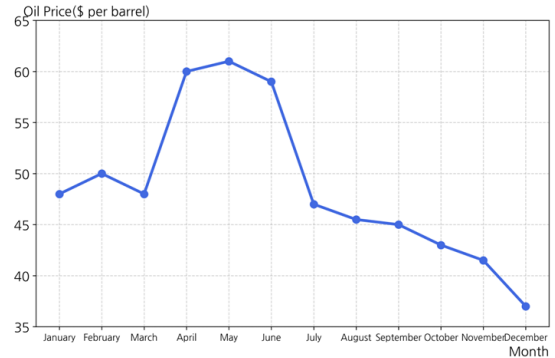
Figure 2. Python visualization result example

4. 평가지 개발과 적용 및 효과성 분석 결과

4.1 mini-VLAT 1, 2 설계 및 개발

mini-VLAT1과 mini-VLAT2는 학생들의 DVL을 수업 전과 후에 각각 측정하기 위해 우리가 개발한 동형평가지이다. 두 가지 mini-VLAT는 VLAT의 12가지 시각화 유형과 10개의 시각화 작업을 포함하도록 설계하였고, 수업시간 내에 평가를 모두 시행할 수 있도록 VLAT의 60개 문항에서 47개로 그 문항 수를 축소 개발하였다. Fig. 3, 4, 5는 VLAT 원본 문항과 이를 기반으로 개발된 본 연구의 mini-VLAT1과 mini-VLAT2의 동형 문항 예시이다.

Monthly Oil Price History in 2015

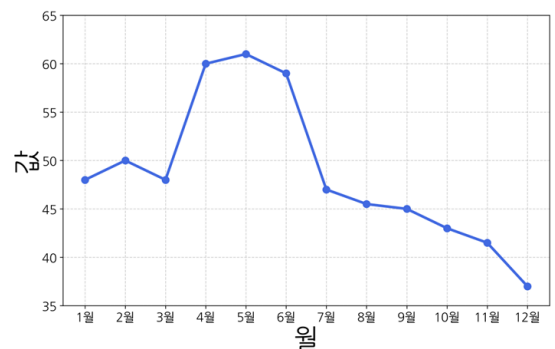


What was the price of a barrel of oil in February 2015?

☐ \$57.36 ☐ \$47.82 ☐ \$50.24 ☐ \$39.72 ☐ Omit

Figure 3. Example VLAT question[3]

2015년의 월별 석유 배럴당 가격 추이

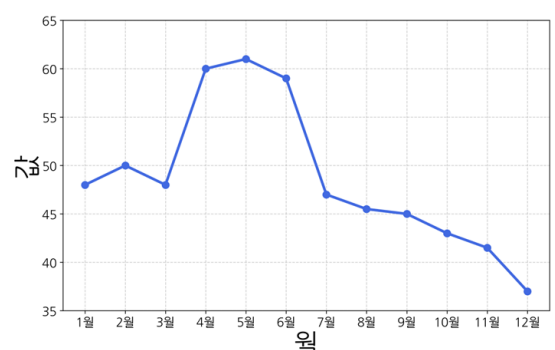


2015년 2월 석유 1배럴의 가격은 얼마였나요?

☐ 57.36달러 ☐ 47.82 달러 ☐ 50.24 달러 ☐ 39.72 달러 ☐ 모르겠습니다.

Figure 4. Example mini-VLAT 1 question

2015년의 월별 석유 배럴당 가격 추이



2015년 6월 석유 1배럴의 가격은 얼마였나요?

☐ 57.36달러 ☐ 47.82 달러 ☐ 50.24 달러 ☐ 39.72 달러 ☐ 모르겠습니다.

Figure 5. Example mini-VLAT 2 question

Fig. 3는 VLAT 원본의 1번 문항[3]으로, 꺾은선그래프에 대한 학생들의 데이터 시각화의 값 읽기(Retrieve value, RV)를 평가하는 문항이다. 2015년 2월 석유 1배럴의 가격을

물어보고 있다. Fig. 4는 VLAT의 1번 문항과 데이터와 시각화 유형은 같으나, 문항을 한국어로 번역하여 같은 내용을 묻는 문항이다. Fig. 5는 Fig. 4의 그래프와 같으나 Fig. 4의 문항 질문과 다소 달리, 2015년 6월 석유 1배럴의 가격을 묻도록 수정한 문항이다. 이렇듯 mini-VLAT 1, mini-VLAT 2는 그 시각화 유형과 작업은 같으나, 질문 요소를 다소 차이가 있도록 구성하였다.

또한, 단계구분도(Choropleth map)의 원 VLAT 시각화 자료는 미국의 주 지도 자료를 사용한다. 본 연구에서는 우리나라 학생들에게 적용하기 위한 평가지임을 고려하여 서울시 구 지도 자료로 변경하는 등의 차별화를 시도하였다.

Table 5는 VLAT와 우리가 개발한 mini-VLAT 1, mini-VLAT 2의 시각화 작업 유형에 대한 문항 수를 비교 정리한 것이다. 시각화 작업 유형은 기호로 나타내었다. 테이블에서 볼 수 있듯이 총 문항 수가 축소되었으나 작업 유형 문항 비율은 유사한 수준으로 동형평가지를 개발하였다. 특히 mini-VLAT 1, 2의 시각화 작업 유형 별 문항 개수는 같도록 설계 개발하였다.

Table 5. Comparison of visualization task questions between VLAT and mini-VLAT 1, 2

Visualization task symbol	VLAT	mini-VLAT 1	mini-VLAT 2
(RV)	13	12	12
(FE)	12	11	11
(DR)	7	3	3
(RT)	5	4	4
(MC)	14	12	12
(CD)	3	1	1
(FA)	2	1	1
(FC)	2	1	1
(IC)	1	1	1
(FB)	1	1	1
Visualization task symbol	60	47	47

4.2 수업 적용 후 효과성 분석 결과

학교 현장에서 적용하기 위하여 강의 자료를 적용한 수업 뿐 아니라 수업 적용 전, 후의 데이터 시각화 문해력(DVL) 평가까지 모두 3차시 수업 안에 수행될 수 있도록 하였다. 1차시 수업 초반에 mini-VLAT 1을 시행하여 학생들의 수업 전 DVL을 평가하였다. 이후 강의 자료가 적용된 수업을 시행하였고, 3차시 수업 말미에는 mini-VLAT 2를 시행하여 학생들의 수업 후 DVL을 평가하였다. 학생들에게 mini-VLAT 1, 2를 Google Form을 통하여 제공하였고, 학생들은 Google Form을 작성하는 것으로 평가지를 수행하였다.

강의 자료가 적용된 수업의 효과를 검증하기 위하여 mini-VLAT 1과 mini-VLAT 2의 점수 차이를 대응표본 t-검정으로 분석하였다. 개발한 수업교재를 적용한 1학년 학

생(70명) 중 mini-VLAT 1, 2에 해당하는 평가지를 모두 수행하고 제출한 55명의 점수 자료를 대상으로 분석하였다. 분석을 위한 통계 처리는 Python(Google Colab)으로 수행하였다. mini-VLAT 1(사전)과 2(사후)는 한 문항당 8점씩으로 부여했으며 총점은 각각 376점으로, 학생 55명의 평균점수는 사전과 사후가 각각 260.80, 269.24로 나타났다. 이는 100점 만점 기준으로 환산하면, 사후 평균점수가 사전 평균점수와 비교하면 2.24점 정도 향상된 것을 의미한다. Table 6은 분석 결과를 표로 정리한 것이다. 정규성을 검정하기 위하여 Shapiro-Wilk검정을 하였으며, 비모수 검정을 위하여 Wilcoxon검정을 한 후 대응표본 t 검정을 실행하였다.

Table 6. Results of normality tests and comparative analysis of paired samples

Shapiro-Wilk W		Wilcoxon	
Shapiro-Wilk W	p-value	Wilcoxon	p-value
.958	.049	1030.0	: 0.014
paired t-test			Cohen's d
t-value	p-value (One-tailed)		
2.236	0.0147		.299

사전, 사후 평가지 데이터 집단의 정규성 검정 결과 p-value의 값이 0.049로 0.05와 유사하지만 0.05 미만의 값이 나왔다. 그러나 비모수 검정을 위한 Wilcoxon의 p-value 값이 0.014이므로 정규성이 있다고 해도 무방하다고 해석한 후 대응표본 t 검정을 시행하였다. 대응표본 t 검정의 t-value와 p-value 값은 각각 2.236, 0.0147로 도출되었다. 평균값의 차이, t-value, p-value 값으로 볼 때, 개발된 강의 자료가 적용된 수업은 학습자의 DVL에 도움을 준 것으로 해석할 수 있다.

5. 결론

본 논문에서는 학교 현장에서 적용 가능한 짧은 차시의 데이터 시각화 문해력(DVL) 향상을 위한 수업교재 개발과 그 적용사례를 소개하였다. DVL 평가도구로서 기존에 알려진 VLAT의 시각화 유형과 작업을 기반으로 하되 그 내용을 국내 학교 현장에서 사용하기 적합하도록 강의 자료 내용으로 구성하였고, 수업을 통한 DVL 향상을 평가하기 위한 두 개의 동형평가지도 수업교재의 일부로 개발하였다.

데이터 시각화와 관련된 연구와 DVL을 대상으로 한 연구는 있었으나, 본 논문과 같이 학교 현장의 상황을 고려하여 짧은 차시 동안 DVL 향상을 위한 수업 및 평가를 할 수 있는 수업교재의 개발 연구는 드물며, 이를 학생들에게 실제 적용하여 효과성을 분석한 시도는 많지 않았다.

본 연구의 수업교재는 강의 학생 전체를 대상으로, 수업을 받는 학생들의 컴퓨터 및 데이터 시각화 관련 기존 역량을 평균적으로 통일되었다 전제하고 개발되었다. 그러나 학생 개인에는 DVL의 기본이 되는 컴퓨터 혹은 데이터 활용 역량에서 그 수준 차이가 있음이 분명하다. 따라서 각 학

생이나 학생 그룹별 수준을 파악하고 각 수준에 맞는 맞춤형 수업교재를 제시할 수 있도록 추가적인 수준별 강의 자료 연구 및 개발이 필요하다.

3차시라는 짧은 시간 내에 다양한 시각화 유형과 작업을 깊이 있게 다루는 것은 한계가 있을 수 있다. 본 수업교재는 기초 소양 증진에는 효과가 있을 수 있으나 보다 복잡한 데이터 인사이트를 도출하는 역량을 기르기 위해서는 정규교육과정과의 연계가 이루어지는 수업교재 개발이 필요하다.

또한, VLAT의 초기 개발 버전 문항과 시각화 작업을 기반으로 평가지를 재구성한 것과 내용 타당도, 변별도 등의 검증을 하지 못한 부분이 한계점이다. 연구 신뢰성 증진 등 평가를 진행하면서 발생할 수 있는 외생변수의 통제와 관련하여도 추후 연구가 필요하다.

참고문헌

- [1] Hattwig, D., Bussert, K., Medaille, A., & Burgess, J. (2013). Visual Literacy Standards in Higher Education: New Opportunities for Libraries and Student Learning. *portal: Libraries and the Academy*, 13(1), 61-89. <https://doi.org/10.1353/pla.2013.0008>
- [2] Locoro, A., Fisher, W. P., & Mari, L. (2021). Visual Information Literacy: Definition, Construct Modeling and Assessment. *IEEE Access*, 9, 71053-71071. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3078429>
- [3] Lee, S., Kim, S. H., & Kwon, B. C. (2016). VLAT: Development of a Visualization Literacy Assessment Test. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 23(1), 551-560. <https://doi.org/10.1109/TVCG.2016.2598920>
- [4] Börner, K., Bueckle, A., & Ginda, M. (2019). Data Visualization Literacy: Definitions, Conceptual Frameworks, Exercises, and Assessments. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(6), 1857-1864. <https://doi.org/10.1073/pnas.1807180116>
- [5] Chevalier, F., Riche, N. H., Alper, B., Plaisant, C., Boy, J., & Elmqvist, N. (2018). Observations and Reflections on Visualization Literacy in Elementary School. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 38(3), 21-29. <https://doi.org/10.1109/MCG.2018.032421650>
- [6] Galesic, M., & Garcia-Retamero, R. (2011). Graph Literacy: A Cross-Cultural Comparison. *Medical Decision Making*, 31(3), 444-457. <https://doi.org/10.1177/0272989X10373805>
- [7] Börner, K., Maltese, A., Balliet, R. N., & Heimlich, J. (2016). Investigating Aspects of Data Visualization Literacy using 20 Information Visualizations and 273 Science Museum Visitors. *Information Visualization*, 15(3), 198-213. <https://doi.org/10.1177/1473871615594652>
- [8] Ministry of Education. (2022. 12. 22.) 2022 Revised Elementary and Middle School Curriculum. Ministry of Education. Notice No. 2022-33, Appendix 1). <https://www.moe.go.kr/boardCnts/viewRenew.do?boardID=141&boardSeq=93458&lev=0&m=0404&opType=N&s=moe&statusYN=W>
- [9] Ministry of Education. (2022. 12. 22.) 2022 Revised Practical Courses(Technology/Home Economics)/Information Curriculum (Ministry of Education Notice No. 2022-33, Appendix 10). <https://www.moe.go.kr/boardCnts/viewRenew.do?boardID=141&boardSeq=93458&lev=0&m=0404&opType=N&s=moe&statusYN=W>
- [10] Nolan, D., & Perrett, J. (2016). Teaching and Learning Data Visualization: Ideas and Assignments. *The American Statistician*, 70(3), 260-269. <https://doi.org/10.1080/00031305.2015.1123651>
- [11] Maltese, A. V., Harsh, J. A., & Svetina, D. (2015). Data Visualization Literacy: Investigating Data Interpretation along the Novice-Expert Continuum. *Journal of College Science Teaching*, 45(1), 84-90. https://doi.org/10.2505/4/jcst15_045_01_84
- [12] Boy, J., Rensink, R. A., Bertini, E., & Fekete, J. D. (2014). A Principled Way of Assessing Visualization Literacy. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 20(12), 1963-1972. <https://doi.org/10.1109/TVCG.2014.2346984>
- [13] Cui, Y., Lily, W. G., Ding, Y., Yang, F., Harrison, L., & Kay, M. (2023). Adaptive Assessment of Visualization Literacy. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 30(1), 628-637. <https://doi.org/10.1109/TVCG.2023.3327165>
- [14] Kang, I., Lee, J., & Kim, M. (2014). Improving Visual Literacy through Data Visualization- Based Art Class: A Case Study of High. *Art Education Review*, 49, 1-28.
- [15] Kim, M. (2020). A Study on the Expression for Geospatial Data Visualization Based on Disease Data. *Korea Institute of Design Research Society*, 5(1), 188-199. <https://doi.org/10.46248/kidrs.2020.1.188>
- [16] Jeong, I., Park, K., & Lee, J. (2023). Development of Teaching Materials for Greenhouse Gas Data Visualization Activities Related to the Climate Change of Secondary School Textbooks. *School Science Journal*, 17(4), 416-430. <https://doi.org/10.15737/ssj.17.4.202310.416>
- [17] Kim, S. (2018). A Study on Expanded Data Visualization Education through Analyzing Data Art Type. *Art Education*, (68), 1-23. <http://dx.doi.org/10.25297/AER.2018.68.1>
- [18] Kim, M. (2021). A Study on the Educational Method of Data Visualization Literacy for Elementary School Students. *Korea Institute of Design Research Society*, 6(1), 294-305. <https://doi.org/10.46248/kidrs.2021.1.294>
- [19] Kim, Y., & Choi, H. (2024). The Effect of Data Visualization on Elementary Students' Communication Skills. *Journal of The Korean Association of Information Education*, 28(1), 127-136. <http://dx.doi.org/10.14352/jkaie.2024.28.1.127>
- [20] Kim, M. (2020). Development and Application of Data Visualization Education using Python and Their Effects For Sixth Grade in Elementary School, [Master's thesis,

Jeju National University Graduate School of Education].
http://www.riss.kr/link?id=T15498943

- [21] Kim, M. (2022). Creative Convergence Class using Data Visualization- Focusing on Abductive Thinking, [Master's thesis, Seoul National University Graduate School of Education]. https://hdl.handle.net/10371/183138
- [22] Joo, A., & Kim, M. (2024). Effects of Discussion Classes using Data Visualization Materials on Data Literacy of Elementary School Students. *The Korean Association Of Computer Education* 27(2), 37-47. https://doi.org/10.32431/kace.2024.27.2.004
- [23] Kim, J., Kim, B., Kim, T., Kim, Y., & Kim, J. (2019). The Effect of Education Data Visualization using Unplugged Program on the Computational Thinking of Third Grade Students. *Journal of the Korean Association of Information Education*, 23(4), 283-292. https://doi.org/10.14352/jkaie.2019.23.4.283
- [24] Kim, J., Kim, M., Yoo, H., Kim, Y., & Kim, J. (2019). Effect of Data Visualization Education with using Python on Computational Thinking of Six Grade in Elementary School, *Journal of The Korean Association of Information Education* 23(3), 197-206. https://doi.org/10.14352/jkaie.2019.23.3.197
- [25] Woo, J., & Kim, G. (2022). A Development and Application of Data Visualization Education Program for 3rd Grade Students in Elementary School. *Journal of the Korean Association of Computer Education*, 26(6), 481-490. http://dx.doi.org/10.14352/jkaie.2022.26.6.481
- [26] Kim, H., & Kim, S. (2021). Development on Korean Visualization Literacy Assessment Test (K-VLAT) and Research Trend Analysis. *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, 25(11), 1696-1707. https://doi.org/10.6109/jkiice.2021.25.11.1696
- [27] Yau, N. (2011). Visualize This: The FlowingData Guide to Design, Visualization, and Statistics. WILEY.
- [28] Ryoo, J. (2026). Development and Application of Instructional Materials to Enhance Data Visualization Literacy for Specialized High School Students Majoring in IT. [Master's thesis, Sookmyung Women's University Graduate School of Education]. http://www.dcollection.net/handler/sookmyung/000000073497



류주희

- 2018년 성신여자대학교 수학과(이학사)
- 2021년 성신여자대학교 교육대학원 수학교육전공(교육학석사)
- 2024년 국가평생교육진흥원 컴퓨터공학(공학사)
- 2026년 숙명여자대학교 교육대학원 컴퓨터교육전공(교육학석사)
- 2026년~현재 세교중학교 교사

✚ 관심분야 : 컴퓨터교과교육, 데이터시각화
✉ comjoohee@gmail.com



심준호

- 1990년 서울대학교 계산통계학과(학사)
- 1994년 서울대학교 계산통계학과 전산과학전공(석사)
- 1998년 Northwestern University, Electrical & Computer Engineering(박사)
- 2001년~현재 숙명여자대학교 소프트웨어학부 교수

✚ 관심분야 : 데이터베이스, 빅데이터, AI 데이터공학, e-비즈니스 기반기술, 웹
✉ jshim@sookmyung.ac.kr

부록

〈표 1〉 DVL관련 성취기준 (국문 원본)

성취기준
[9정02-03] 실생활의 데이터를 표, 다이어그램 등 다양한 형태로 구조화한다.
[12정02-04] 빅데이터 분석 도구를 활용하여 데이터를 시각화하고 그 의미와 가치를 해석한다.
[12테크02-02] 이상치와 결측치 탐색 및 정규화를 통해 전처리하여 오류 가능성을 최소화하고, 데이터 분석을 위해 시각화한다.
[12소생03-03] 데이터를 분석하고 시각화하여 다양한 사회 현상의 의미를 해석한다.