Journal of the Korean Association for Science Education
Journal homepage: www.koreascience.org

소집단 크기에 따른 중학생의 증강현실을 활용한 소집단 학습에서 나타나는 언어적·물리적 상호작용

송나윤[1], 신기덕[2], 노태희[2*]
[1]서울대학교 교육종합연구원, [2]서울대학교

Analysis of Middle School Students' Verbal and Physical Interactions of Group Size in Small Group Learning Using Augmented Reality

Nayoon Song[1], KiDoug Shin[2], Taehee Noh[2*]
[1]Center for Educational Research, Seoul National University, [2]Seoul National University

ARTICLE INFO

Article history:
Received 20 May 2022
Received in revised form
13 September 2022
3 November 2022
Accepted 6 November 2022

Keywords:
augmented reality(AR)
small group learning
group size
interaction

ABSTRACT

This study analyzed paired middle school students' verbal and physical interactions in small group learning using augmented reality. Twelve 8th graders were paired to take classes of solubility and melting/boiling points based on augmented reality. These classes were videotaped and recorded. After the classes, all the students participated in a semi-structured interview. The results were analyzed in three sections; individual statement units of verbal interaction, interaction units of verbal interaction and physical interaction. In the individual statement units of verbal interaction, the proportion of information question/explanation was found to be high. In the interaction units of verbal interaction, the proportion of simple interaction was the highest, followed by elaborated interaction. Beneath the elaborate interaction, the proportion of cumulative interaction was found to be the highest, followed by reformative interaction. In the physical interaction, writing a worksheet and gazing at a virtual object were higher. On the basis of the results, effective ways to form a proper environment in small group learning using augmented reality are discussed.

Ⅰ. 서론

무선 네트워크 환경 구축과 스마트 기기 보급의 활성화에 따라 증강현실(augmented reality), 가상현실(virtual reality) 등의 새로운 기술을 적용한 영상 매체가 빠르게 보편화되고 있으며, 교육 분야에서도 그 가능성을 인정받고 있다(Lee, 2016; Sung & Jo, 2016). 증강현실은 현실의 배경이나 이미지 위에 컴퓨터 그래픽으로 구현한 가상 객체를 삽입하여 학습자에게 실감형 영상을 제공하는 기술이다(Azuma, 1997; Han & Lim, 2020). 과학교육 분야에서는 원자나 분자와 같이 직접 관찰하기 어렵거나 텍스트로 설명하기 어려운 개념을 다루는 데 증강현실이 주로 활용되고 있다. 학생은 증강현실을 통해 눈으로 들여다볼 수 있는 현실과 함께 나타나는 가상 객체를 동시에 관찰하면서 학습에 참여할 수 있다(Hanid *et al*., 2020).

증강현실을 구동하기 위해서는 스마트 기기와 같은 디스플레이 매체(display device)와 가상 객체를 증강해주는 매개체인 마커(marker)가 필요하다(Kye & Kim, 2008). 학습에서 이러한 도구의 활용은 학생 사이의 실시간 정보 공유 및 평가를 가능하게 하므로 공동의 지식 구성을 촉진할 수 있다. 이에 증강현실을 소집단 학습에 접목하는 연구들이 적지 않게 진행되었다. 연구 결과 증강현실을 활용한 소집단 학습은 실제 세계와 가상 객체 간의 통합적 이해를 촉진하고 학생의 수업 참여도를 높임으로써 개념 이해, 학업 성취도와 같은 인지적 영역에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 보고되었다(Cai *et al*., 2013; Georgiou & Kyza, 2021; Lee *et al*., 2020; Lin *et al*., 2013). 특히 상위권 학생보다도 하위권 학생의 성취도 향상에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 조사되었다(Cai *et al*., 2014; Lee *et al*., 2020).

증강현실을 활용한 소집단 학습의 긍정적인 효과를 고려해볼 때, 증강현실을 활용한 소집단 학습 과정에서의 언어적 상호작용을 분석할 필요가 있다. 이러한 언어적 상호작용은 공동의 지식 구성에서 중요한 역할을 하기 때문이다(Järvelä *et al*., 2007; Matthews, 2002). 이때 증강현실을 활용한 소집단 학습에서는 기존의 소집단 학습과 달리 스마트 기기나 가상 객체와 같은 증강현실을 구동하기 위한 도구를 통해 학습이 이루어진다는 특징이 있다. 이처럼 증강현실을 활용한 소집단 활동에서 활용되는 도구와 학생 사이의 상호작용을 물리적 상호작용이라고 하며, 이는 학생이 도구들을 직접 다루고 조작하며 가리키는 행동 등을 포함한다(Matcha & Rambli, 2013; Price & Rogers. 2004). 물리적 상호작용은 학생 사이의 언어적 상호작용을 매개해줄 수 있다. 예를 들어 스마트 기기를 가리키는 물리적 행동은 학생이 특정 관찰 대상에 주목할 수 있도록 하므로 논의의 초점을 보다 명료화하도록 할 수 있다. 따라서 증강현실을 활용한 소집단 학습에서는 학생 사이의 언어적 상호작용뿐만 아니라 물리적 상호작

* 이 논문은 2021년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2021S1A5B5A17058675).
교신저자 : 노태희 (nohth@snu.ac.kr)
http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2022.42.5.557

용을 함께 분석할 필요가 있다.

이에 최근 Shin *et al.*(2020)의 연구에서는 4인의 고등학생이 증강현실을 활용한 협력학습에 참여했을 때 나타나는 언어적·물리적 상호작용을 조사하였다. 소집단의 크기는 학생 개인별 학업 성취도뿐만 아니라 상호작용 수준과 정도에도 영향을 미칠 수 있으므로(Bacon, 2005; Baron & Abrami, 1992; Kooloos *et al.*, 2011; Rayner & Papakonstantinou, 2018; Treen *et al.*, 2016), 소집단 학습에서 중요하게 고려해야 할 요소 중 하나이다. 소집단 크기는 4인으로 구성하는 것이 가장 적절하다고 보고되고 있지만(Johnson & Johnson, 2009; Kim *et al.*, 2017), 소집단 구성원 모두가 유의미한 상호작용에 참여하는 경우는 높지 않았다(Kang *et al.*, 2000). 이처럼 소집단 학습에서 구성원 모두가 참여하여 적극적으로 상호작용하지 않으면 기대한 학습 효과를 얻기 어려울 수 있다. 따라서 구성원의 균등한 참여를 촉진하는 방안에 대한 고려가 필요하다.

2인의 소집단 활동에서는 상호 질의응답과 참여 기회의 비율을 높임으로써 더 능동적이고 협력적인 상호작용을 유발할 수 있다(Wilkinson & Fung, 2002). 또한 실험 수업을 제외한 학교 과학 수업은 상당 부분이 교실에서 이루어지고, 이때 교실에서 나타나는 자리 배치는 주로 2인이 짝을 이루는 형태로 구성되는 경향이 있다. 따라서 2인의 소집단 활동은 학교 현장에서 더욱 자주 이용될 수 있다. 그럼에도 소집단의 크기를 2인으로 구성했을 때의 특징을 조사한 연구는 아직 부족하며, 이 과정에서 나타나는 상호작용을 분석한 연구는 거의 없다. 따라서 증강현실을 활용한 소집단 학습에서 소집단 크기를 2인으로 구성했을 때 나타나는 상호작용을 탐색하는 연구가 이루어질 필요가 있다.

증강현실을 활용한 소집단 학습에서 나타나는 상호작용은 대상 학년에 따라서도 다르게 나타날 수 있다. 예를 들어 초등학생(Chiang *et al.*, 2014)은 증강현실을 활용하지 않을 때보다 증강현실을 활용할 때 적극적으로 참여할 뿐만 아니라 더 높은 수준으로 상호작용하는 것으로 조사되었다. 그러나 중학생을 대상으로 한 연구(Ibáñez *et al.*, 2014)에서는 증강현실을 활용한 집단과 증강현실을 활용하지 않은 집단의 상호작용 차이가 나타나지 않은 것으로 보고하였다. 이처럼 증강현실을 활용한 소집단 학습을 조사한 연구들은 대상 학년에 따라 그 결과가 혼재되어 있다. 따라서 소집단 크기뿐만 아니라 대상 학년을 달리했을 때 상호작용이 어떤 차이를 보이는지 조사할 필요가 있다.

이에 이 연구에서는 증강현실을 활용한 소집단 학습에서 소집단 크기와 대상 학년을 달리했을 때 나타나는 상호작용을 탐색하는 연구의 하나로, 중학생 2인의 증강현실을 활용한 소집단 학습에서 나타나는 언어적·물리적 상호작용을 분석하였다.

II. 연구 방법

1. 연구 참여자

서울시의 한 남녀 공학 중학교 2학년 12명(남학생 7명, 여학생 5명)이 연구에 참여하였다. 과학 담당 교사가 직접 연구에 참여할 의사가 있는 학생들을 자원 받아 선발하였다. 2인 1조로 6개의 소집단을 구성하였으며, 소집단별로 증강현실 애플리케이션이 설치된 스마트 기기, 마커, 활동지를 2세트씩 제공하여 모든 구성원이 이를 소지할 수 있도록 하였다. 대부분 학생(9명)은 연구에 참여하기 전 증강현실이라는 용어를 들어본 적만 있을 뿐 직접 체험해 본 적이 없었다. 2명의 학생은 게임이나 놀이기구 등을 통해 과학 학습 목적이 아닌 증강현실을 1회 체험한 적이 있었다. 1명의 학생은 서울시 산하의 영재원에서 증강현실을 배우고 이를 직접 만들어보는 등 증강현실 관련 활동에 참여해 본 적이 있었지만, 과학 학습 목적으로 개발된 증강현실을 직접 체험한 것은 아니었다. 각 소집단은 1~6으로 구분하였으며, 학생의 이름은 소집단에 A, B를 임의로 부여하여 제시하였다.

2. 연구 절차 및 방법

이 연구에서는 안드로이드 운영체제(Android OS)용 애플리케이션의 형태로 선행연구(Lee *et al.*, 2020)에서 개발한 증강현실 프로그램을 수정·보완하여 사용하였다. 이 프로그램에서 학생이 관찰하는 마커는 실험 상황을 촬영한 사진이며, 가상 객체는 목표개념에 대한 실험 상황을 구현한 3차원 입자 모형이다. 예를 들어 용해도 개념에서는 10℃, 37℃, 60℃의 물 100g에 각각 일정량의 포도당을 용해했을 때의 사진을 마커로 제작하였으며, 해당 마커를 스마트 기기로 비추면 온도에 따른 포도당 입자와 물 입자의 상태가 화면에 가상 객체로 나타나도록 하였다(Figure 1). 이를 통해 학생은 입자의 움직임, 배열, 분포 등을 관찰할 수 있다. 또한 연구자는 증강현실 애플리케이션에 대한 소개자료와 차시별 활동지, ppt 등의 교수학습 자료를 개발하였으며, 이를 담당 교사와 미리 공유하여 교사가 수업 흐름을 파악할 수 있도록 하였다. 과학교육 전문가, 현직 과학 교사, 과학교육 전공 대학원생이 참여한 세미나를 여러 차례 실시하여 증강현실 콘텐츠의 적절성, 교수학습 자료의 적절성 등을 검토받았다.

A glucose solution in 10℃ | A glucose solution in 37℃ | A glucose solution in 60℃

Figure 1. Examples of augmented reality contents

중학교 2학년 '물질의 특성' 단원의 용해도 개념과 녹는점과 끓는점 개념을 중심으로 총 2차시의 증강현실을 활용한 소집단 학습을 진행하였다. 모든 수업은 학생이 해당 단원의 개념을 학습한 후 방과 후에 과학실에서 이루어졌다.

학생이 증강현실을 원활히 사용할 수 있도록 수업을 시작하기에 앞서 증강현실의 기본 개념과 사용법을 숙지하는 오리엔테이션을 하였다. 1차시는 용해도 개념에 대한 차시로, 학생은 용해도와 관련하여

Table 1. Analytical framework of individual statement units in verbal interaction

개별 진술		하위 영역	정의
과제 관련 진술	질문	단순 질문	동의나 부정 등의 간략한 설명을 요구하는 질문
		정보 질문	구체적인 정보나 의견에 관한 질문
		방향 질문	과제의 해결 방향이나 방법에 관한 질문
	설명	단순 설명	동의나 부정 등의 간략한 설명
		정보 설명	구체적인 정보나 의견에 근거한 설명
		방향 설명	과제의 해결 방향이나 방법에 관한 설명
	반응	수용	소집단 구성원의 진술에 대해 단순히 동의를 표하는 반응
		반론	소집단 구성원의 진술에 대해 단순히 반대를 표하는 반응
		수용적 확산	소집단 구성원의 진술에 대해 동의하면서 자신의 의견을 덧붙이는 반응
		논쟁	소집단 구성원의 진술에 대해 반대하면서 자신의 의견을 덧붙이는 반응
	평가	곤란도 평가	학습 내용이나 활동의 곤란한 정도에 대한 평가
		기준 반성	외부적 기준에 근거한 학습 내용이나 활동에 대한 반성
	운영	기록	학습 내용의 기록과 관련한 진술
		진행	학습 진행 흐름이나 증강현실 활용 방법과 관련한 진술
		참여	소집단 구성원의 참여를 독려하는 진술
과제 무관 진술			학습 내용과 무관한 진술
교사 참여 진술			교사의 참여를 포함한 진술

실생활 예시를 관찰하고 해당 현상이 나타난 원인을 토의하였다. 그리고 서로 다른 온도의 각 비커에 같은 양의 포도당을 용해했을 때의 실험 사진을 소집단별로 분석하고 스마트 기기로 각 비커 사진을 비추며 화면에 증강되어 나타나는 물 입자와 포도당 입자를 관찰하였다. 이 과정에서 학생은 입자의 개수, 움직이는 방향, 배열, 분포, 크기 등의 특징을 활동지에 기록하였다. 이후 학생은 실험 사진과 증강되어 나타난 입자를 관찰한 결과를 바탕으로 관찰할 수 있는 요소와 관찰하기 어려운 요소를 연결하는 활동을 하였다. 마지막으로 앞서 토의했던 실생활 예시를 입자적 관점에서 다시 토의해보는 시간을 가지며 수업을 마무리하였다. 이때 교사는 각 소집단을 순회하며 학생 간 논의가 활발히 일어나도록 촉진하는 역할을 하였다. 2차시인 녹는점과 끓는점 개념에 대해서도 유사한 과정을 거쳤다. 이상의 모든 수업 과정을 2인의 연구자가 관찰하였으며, 녹음 및 녹화하였다. 6개 소집단에 대해 용해도 개념과 녹는점과 끓는점 개념을 1차시씩 총 2차시의 자료를 수집하였으므로, 총 12차시의 활동 전사본을 작성하였다.

모든 수업이 끝난 후에는 연구에 참여한 모든 학생을 대상으로 개별 면담을 진행하였다. 면담에서는 학생의 배경 변인, 수업 흐름별 각 학생의 활동 및 역할, 증강현실의 활용 등을 질문하였다. 코로나바이러스감염증-19(COVID-19) 확산 방지를 위해 모든 면담은 화상회의를 통해 비대면으로 진행하였다. 연구자는 비대면 전환으로 인한 연구적 한계를 최소화하고자 수업 녹화 전후 학생과 교류하여 충분한 친밀감을 형성할 수 있도록 하였다. 모든 면담은 약 1시간씩 소요되었으며, 녹화한 면담 내용은 수집 후 전사하였다.

3. 상호작용 분석틀

가. 언어적 상호작용

증강현실을 활용한 협력적 과학 학습 상황에서 고등학생의 언어적 상호작용을 분석한 선행연구(Shin *et al*., 2020)를 참고하여 언어적 상호작용에 대한 예비 분석틀을 구성하였다. 2인의 연구자가 수업 전사본 일부를 각각 분석하여 연구자 간 일치도를 구하고 그 차이를 논의하는 과정을 통해 최종 분석틀을 확정하였다. 최종 분석틀은 개별 진술 단위와 상호작용 단위의 두 수준으로 구성하였다.

개별 진술 단위에서는 한 학생의 발언이 다른 학생의 개입 없이 종료될 때까지를 하나의 분석 단위로 설정하였다. 한 학생의 연속된 발언이지만 서로 다른 기능을 가진 경우, 각각 독립적인 개별 진술로 구분하였다. 예를 들어 한 학생이 목표개념에 관해 곤란한 정도를 드러낸 후 구체적 정보를 요구하는 질문을 제시한 경우에는 각각 곤란도 평가와 정보 질문으로 분석하였다. 최종적으로 생성한 개별 진술의 분석틀은 Table 1에 제시하였다. 학생의 개별 진술은 과제 관련 진술, 과제 무관 진술, 교사 참여 진술의 세 가지 영역으로 구성하였다. 과제 관련 진술은 다시 질문, 설명, 반응, 평가, 운영과 같이 다섯 가지 하위 영역으로 구분하였다. 각 하위 영역 중 질문과 설명은 단순, 정보, 방향으로, 반응은 수용, 반론, 수용적 확산, 논쟁으로, 평가는 곤란도 평가, 기준 반성으로, 운영은 기록, 진행, 참여로 세분하였다.

상호작용 단위에서는 한 가지 주제에 대한 두 개 이상의 개별 진술을 분석 단위로 설정하였으며, 한 학생의 개별 진술로만 구성된 경우는 분석에서 제외하였다. 상호작용 단위는 지식 구성 상호작용과 운영 관련 상호작용의 두 가지 영역으로 구성하였다(Table 2). 지식 구성 상호작용은 기여 정도에 따라 대칭적 상호작용과 비대칭적 상호작용으로 분류하였다. 대칭적 상호작용은 대화의 수준에 따라 단순 상호작용과 정교화 상호작용으로 구분하였고, 이 중 정교화 상호작용은 누적형, 교정형, 논쟁형, 평가형으로 세분하였다. 비대칭적 상호작용은 대화의 수준에 따라 단순 상호작용과 정교화 상호작용으로 구분하였다. 운영 관련 상호작용에서는 선행연구(Shin *et al*., 2020)와 달리 서로 참여를 독려하는 형태의 상호작용이 나타남에 따라 기록, 진행 이외에 참여를 추가하여 세분하였다.

Table 2. Analytical framework of interaction units in verbal interaction

상호작용		하위 영역		정의
지식 구성 상호작용	대칭적	단순		한 구성원의 질문에 다른 구성원이 간략하게 답하는 형태
		정교화	누적형	소집단 구성원이 대화하면서 학습 내용에 관한 이해 및 공유를 누적하는 형태
			교정형	소집단 구성원이 대화하면서 학습 내용에 관한 오류를 교정하는 형태
			논쟁형	소집단 구성원이 서로 대립하여 학습 내용을 논쟁하는 형태
			평가형	소집단 구성원이 외부적 기준에 근거하여 학습 내용에 관해 평가하거나 반성하는 형태
	비대칭적	단순		한 구성원의 질문이나 의견에 대해 다른 구성원이 질문과 관련이 적으면서 간단히 응답하는 형태
		정교화		한 구성원이 다른 구성원의 참여와 관계없이 주도적으로 학습 내용을 양적、질적으로 확장해 나가는 형태
운영 관련 상호작용		기록		소집단 구성원이 활동지에 학습 내용을 기록하기 위해 상호작용하는 형태
		진행		소집단 구성원이 학습 진행 흐름이나 증강현실 활용 방법에 대해 상호작용하는 형태
		참여		소집단 구성원이 참여를 독려하기 위해 상호작용하는 형태

나. 물리적 상호작용

PC 및 스마트 기기 기반의 증강현실을 활용한 협력학습 환경에서 물리적 상호작용을 분석한 선행연구(Matcha & Rambli, 2013; Shin *et al*., 2020)를 바탕으로 학생과 도구 사이의 상호작용을 나타내는 물리적 상호작용에 대한 예비 분석틀을 구성하였다. Shin *et al*.(2020)의 연구에서는 마커를 직접 선택 및 이동하는 등의 조작성이 포함된 형태의 교수학습 환경을 제공하였을 때 나타나는 물리적 상호작용을 분석하였다. 그러나 마커의 조작성이 학생에게 인지적 부담을 유발할 수 있으므로(Dunleavy *et al*., 2009), 중학생을 대상으로 한 이 연구에서는 마커의 조작성을 배제한 상태에서 실험 상황을 촬영한 사진을 마커로 제시했을 때 나타나는 물리적 상호작용을 관찰하였다. 이에 Matcha & Rambli(2013)의 물리적 상호작용 분석틀을 참고하여 마커와의 상호작용으로 마커를 가리키는 행동이나 마커를 관찰하는 행동을 추가하였으며, 마커를 이동하거나 위치시키는 행동과 같이 마커의 조작과 관련된 요소들은 삭제하였다. 이상의 물리적 상호작용 예비 분석틀을 바탕으로 2인의 연구자가 수업 활동 녹화본 일부를 각각 분석하였으며, 연구자 간 일치도를 구하고 그 차이점을 논의하면서 예비 분석틀을 수정하였다. 예를 들어 이 연구에서는 가상 객체의 확대나 스마트 기기의 인식 초기화와 같은 행동 유형은 나타나지 않아 삭제하였으며, 마커를 가리키는 행동이 새롭게 관찰됨에 따라 이를 추가하였다. 이상의 수정 과정을 거쳐 생성한 최종 분석틀을 Table 3에 제시하였다.

물리적 상호작용에서는 물리적 대상에 대한 학생의 행동이 다른 행동으로 전환될 때까지를 하나의 분석 단위로 설정하였다. 물리적 상호작용은 증강현실 관련 상호작용과 활동지 관련 상호작용의 두 가지 영역으로 구성하였다. 증강현실 관련 상호작용은 다시 마커 관련 상호작용과 가상 객체 관련 상호작용으로 구분하였다. 마커 관련 상호작용은 마커 선택하기, 마커 가리키기, 마커 관찰하기로 세분하였고, 가상 객체 관련 상호작용은 가상 객체 캡처하기, 가상 객체 가리키기, 가상 객체 관찰하기로 세분하였다. 활동지 관련 상호작용은 활동지 읽기, 활동지 쓰기, 활동지 관찰하기로 세분하였다.

4. 분석 방법

우선 최종 분석틀을 바탕으로 연구자 2인이 수업 전사본의 일부를 각자 예비 분석하였으며, 그 결과를 비교하였다. 연구자 간 일치도가 .95에 도달한 후 연구자 1인이 언어적 상호작용과 물리적 상호작용을 모두 분석하였다. 분석 과정에서 분류가 모호한 경우 연구자 간 논의를 통해 결과를 합의하였다. 모든 분석을 마친 후, 활동지와 학생 면담 자료 및 연구자의 필드 노트 등의 자료에서 공통적인 결과가 도출되는지 검토하는 삼각측정(triangulation)의 과정을 거쳤다. 또한 과학교육 전문가, 현직 과학 교사, 과학교육 전공 대학원생을 포함한 세미나를 여러 차례 개최하여 연구 절차 및 방법, 분석틀, 결과 분석 및 해석의 적절성을 점검받는 과정을 반복하였다. 분석 결과는 개별 진술 단위와 상호작용 단위 및 물리적 상호작용의 유형별 빈도와 백분율(%)로 제시하였다.

Table 3. Analytical framework of physical interactions

물리적 상호작용	하위 영역	정의
증강현실 관련 상호작용	마커 관련 상호작용	마커 선택하기	마커를 선택하는 행동
		마커 가리키기	마커를 가리키는 행동
		마커 관찰하기	마커를 바라보는 행동
	가상 객체 관련 상호작용	가상 객체 캡처하기	가상 객체 화면을 캡처하는 행동
		가상 객체 가리키기	가상 객체를 가리키는 행동
		가상 객체 관찰하기	가상 객체를 바라보는 행동
활동지 관련 상호작용		활동지 읽기	활동지를 읽는 행동
		활동지 쓰기	활동지를 작성하는 행동
		활동지 관찰하기	활동지를 바라보는 행동

Ⅲ. 연구 결과

1. 개별 진술 단위의 언어적 상호작용

증강현실을 활용한 소집단 학습에서 나타나는 개별 진술 단위의 분석 결과를 Table 4에 제시하였다. 과제 관련 진술이 48.3%(2,086개)로 가장 높은 비중을 차지하였으며, 그다음으로 과제 무관 진술 37.5%(1,613개), 교사 참여 진술 14.1%(607개)의 순으로 나타났다.

Table 4. Frequencies of individual statement units in verbal interaction

개별 진술		하위 영역	계 (%)
과제 관련 진술	질문	단순 질문	47(1.1)
		정보 질문	466(10.8)
		방향 질문	23(0.5)
		계	536(12.4)
	설명	단순 설명	94(2.2)
		정보 설명	781(18.1)
		방향 설명	32(0.7)
		계	907(21.0)
	반응	수용	170(4.0)
		반론	17(0.4)
		수용적 확산	16(0.4)
		논쟁	42(1.0)
		계	245(5.8)
	평가	곤란도 평가	31(0.7)
		기준 반성	6(0.1)
		계	37(0.8)
	운영	기록	144(3.3)
		진행	181(4.2)
		참여	36(0.8)
		계	361(8.3)
	계		2,086(48.3)
과제 무관 진술			1,613(37.5)
교사 참여 진술			607(14.1)
계			4,306(99.9)

증강현실의 활용은 학생의 과제 무관 진술을 줄이고 유의미한 상호작용을 촉진하는 것으로 보고되고 있다(Chiang *et al*., 2014). 그러나 이 연구에서는 과제 무관 진술이 차지하는 비중이 작지 않았다. 이는 2인의 소집단 크기가 학생에게 편안함을 제공하여 나타난 결과로 보인다. 학생은 이와 관련하여 다음과 같이 '두 명이 함께 활동하는 건 어지럽지도 않고 같이 말하기 편안하다는 점이 좋다'고 응답하였다.

> 사람이 많으면 어지럽고 자기 생각대로 멋대로 행동하는 친구들이 있잖아요. 그에 비해 두 명이 함께 활동하는 건 말할 상대방이 저랑 짝꿍 한 명밖에 없으니까 어지럽지도 않고 같이 말하기가 편안하다는 점이 좋았던 것 같아요.
>
> (학생 1A의 수업 후 면담)

과제 무관 진술은 학생에게 긴장 완화 및 친밀감 형성과 같은 사회적 측면을 지원함으로써 학생이 지식 구성 활동에 참여하도록 촉진할 수 있다(Kang, 2000). 이러한 점에서 과제 무관 진술이 상대적으로 높게 나타난 것이 부적절한 대화라고만 보기는 어려울 수 있다. 그러나 과제 무관 진술이 학생 사이의 유의미한 논의로 이어지지 못하면 오히려 소집단 학습의 효과를 제한할 수 있다. 학생 5B가 면담에서 '짝꿍과 활동 중간에 떠드느라 활동지를 더 많이 못 써서 아쉬웠어요.'라고 진술한 것은 과제 무관 진술의 한계를 보여준다. 따라서 과제 무관 진술이 제공하는 사회적 측면의 지원이 지식 구성 활동으로 연결될 수 있도록 학습 환경을 구축할 필요가 있다.

과제 관련 진술을 하위 영역별로 살펴보면, 질문(536회, 12.4%)과 설명(907회, 21.0%)이 가장 많이 나타났다. 특히 학습 내용에 대해 구체적인 정보를 요구하거나 설명하는 정보 질문과 정보 설명의 비율이 각각 10.8%(466회), 18.1%(781회)로 가장 높았다. 질문 영역의 단순 질문(47회, 1.1%)과 방향 질문(23회, 0.5%), 설명 영역의 단순 설명(94회, 2.2%)과 방향 설명(32회, 0.7%)은 모두 3% 미만으로 거의 나타나지 않았다. 이처럼 정보 질문과 정보 설명이 많이 나온 결과는 고등학생 4인의 증강현실을 활용한 협력학습에서 나타나는 언어적 상호작용을 분석한 결과(Shin *et al*., 2020)와도 유사하다. 그런데 2인의 중학생이 협동적 CAI를 활용한 학습에 참여했을 때는 자신의 의견이 포함된 상태에서 단순히 동의를 요구하는 단순 질문과 자세한 설명 없이 활동지에 대한 정보를 간단히 제공하는 단순 설명 진술이 가장 많이 나타났다(Cha *et al*., 2005).

이때 정보 질문과 정보 설명은 학생이 증강현실의 관찰 결과를 과학적으로 논의하는 진술에서 주로 나타났다. 아래는 정보 설명 진술의 예시이다. 학생 1B는 자신의 생각과 달리 에탄올이 -20℃에서 액체 상태로 불규칙한 배열을 가진다는 것을 확인하고 동료 학생에게 자신의 관찰 결과를 설명함으로써 동료 학생이 물질의 상태와 입자의 배열을 연결하여 이해할 수 있도록 하였다. 이후 학생 1A는 논의를 온도에 따른 상태별 운동 방향으로 확장해 나감으로써 두 학생이 입자적 특징을 이해해 나가는 모습을 보였다.

> 학생 1B: 아 근데 (-20℃에서) 물이랑 에탄올의 배열은 다 규칙적인 거 아니야? 에탄올은 액체인데?
> 학생 1A: 나 이거(물과 에탄올의 배열)는 아직 안 봐서 모르겠어.
> 학생 1B: (학생 1A의 마커를 손으로 가리키며) 봐봐, 얘(-20℃ 물 입자)는 그냥 가만히 있고 얘(20℃ 물과 에탄올 입자)는 약간 좀 덜 활발하고 얘(80℃ 에탄올 입자)는 매우 활발하고.
> 학생 1A: 얘(-20℃ 에탄올 입자)는 무작위 운동하겠네.
> 학생 1B: 걔(-20℃ 에탄올 입자)도 액체여서 똑같아.
>
> (1조 끊는점)

이상의 정보 진술의 형태는 수정 및 설명을 통한 학생의 개념 정교화 과정을 보여주며, 이때 증강현실은 과학 개념 검토 및 설명 근거를 위한 도구로 적절히 활용되었음을 알 수 있다. 학생 1B가 '증강현실을 통한 입자적 관찰이 이해와 상호 설명에 도움을 주었다'라고 응답한 결과는 증강현실이 과학 개념 이해뿐만 아니라 논의 촉진의 도구로 활용되었다는 점을 뒷받침한다.

> 증강현실을 사용하면 입자들 움직임을 훨씬 잘 볼 수 있으니까 이해하기

쉽고, 증강현실을 사용해서 서로 설명해주어서 더 이해가 잘되지 않았나 싶어요.

(학생 1B의 수업 후 면담)

다음으로는 운영(361회, 8.3%), 반응(245회, 5.8%), 평가(37회, 0.8%)의 순으로 많았다. 선행연구(Shin *et al*., 2020)에서는 4인의 소집단 구성원 모두가 조작성이 있는 증강현실을 소지하도록 하였을 때 증강현실 조작 방법과 같은 기술적 측면에 관한 진행 진술이 나타남에 따라 운영 요소의 비율이 19.7%로 적지 않은 비중을 차지하였다. 그러나 이 연구에서는 소집단 구성원에게 조작성이 없는 증강현실을 제공하였으므로 기술적 측면에 관한 진술의 비율이 약 10%p 감소하였다. '증강현실 사용하는 것이 어렵지 않았다'라는 학생 2A의 면담 결과는 학생이 조작성 없는 증강현실의 활용에 대해 큰 부담을 느끼지 않았음을 보여준다. 도구의 사용법과 관련한 상호작용은 인지적 상호작용을 방해하는 요인으로 작용할 수 있으므로 적절한 학습 환경을 구성하는 것이 매우 중요하다(Matcha & Rambli, 2013; Roth, 2001). 실제로 증강현실을 활용한 소집단 학습에서는 학습 개념에 대한 인지적 상호작용과 교수학습 도구인 증강현실의 조작법에 대한 물리적 상호작용이 동시에 이루어져야 하므로 학생이 인지적 부담을 더 크게 느끼기도 한다고 보고된다(Dunleavy *et al*., 2009). 이 연구에서는 조작성이 없는 증강현실을 제공하였으므로 증강현실의 활용으로 인한 인지적 부담이 높지 않아 오리엔테이션만으로도 스마트 기기와 마커의 사용 방법을 충분히 익힐 수 있었으며, 이에 따라 운영 진술의 비중은 크지 않았던 것으로 보인다.

2. 상호작용 단위의 언어적 상호작용

상호작용 단위의 언어적 상호작용 분석 결과는 Table 5와 같다. 지식 구성 상호작용은 79.7%(307회), 운영 관련 상호작용은 20.4%(79회)로 나타났으며, 지식 구성 상호작용 중에서는 대칭적 상호작용이 78.6%(303회), 비대칭적 상호작용이 1.1%(4회)로 나타났다. 즉 증강현실을 활용한 2인 1조의 소집단 학습 환경에서 학생은 동료 학생과 균등하고 협력적으로 과제를 해결해나가는 모습을 보였다.

Table 5. Frequencies of interaction units in verbal interaction

상호작용		하위 영역		계 (%)
지식 구성 상호작용	대칭적	단순		195(50.5)
		정교화	누적형	62(16.1)
			교정형	28(7.3)
			논쟁형	16(4.2)
			평가형	2(0.5)
			계	108(28.1)
		계		303(78.6)
	비대칭적	단순		1(0.3)
		정교화		3(0.8)
		계		4(1.1)
	계			307(79.7)
운영 관련 상호작용	기록			31(8.0)
	진행			41(10.6)
	참여			7(1.8)
	계			79(20.4)
계				386(100.1)

대칭적 상호작용에서는 짧은 대화가 반복적으로 이루어지는 단순 상호작용의 비율이 50.5%(195회)로 가장 높은 비중을 차지하였다. 이는 증강현실을 보면서 활동지 질문에 대한 답을 단순히 공유하는 형태로 상호작용이 주로 이루어짐에 따른 결과로 보인다. 다음은 상호작용 방식과 관련하여 '서로 번갈아 가면서 답을 공유하는 방식'으로 소통했다는 학생 6B의 면담 내용이다.

서로 증강현실을 보면서 활동지 질문에 대한 답을 먼저 찾은 사람이 못 찾은 짝꿍한테 어떻게 적어야 할지 설명해주고 도와줬어요. 차례차례 번갈아 가면서 말했던 것 같아요.

(학생 6B의 수업 후 면담)

특히 학생은 증강현실 자체를 해석하는 데 어려움을 겪을 수 있으므로 증강현실을 활용한 소집단 학습에서는 충분한 논의를 통해 증강현실에 대한 이해가 선행되어야 함에도 이에 대한 논의보다는 답 공유에 치중하는 모습을 보였다. 증강된 입자가 무엇인지 이해하지 못한 학생은 증강현실 관찰 결과를 해석하는 데 어려움을 겪었다.

물 관찰할 때는 괜찮았는데 포도당 용액 볼 때는 동그라미 큰 게 나오는 바람에 조금 당황해서 살짝 거기서 조금 헤맸었던 것 같아요.

(학생 4A의 수업 후 면담)

이처럼 학생의 상호작용이 피상적 수준에 그칠 경우 소집단 학습을 통한 상호작용의 효과를 제한하는 결과를 유발할 수 있다. 따라서 학생이 증강현실 자체를 이해하고 심층적인 논의로 확장할 수 있도록 도움을 줄 필요가 있다. 역할 부여는 학생의 참여를 촉진할 뿐만 아니라 학생 간 상호작용의 질을 높이는 한 가지 방안이 될 수 있으므로(Duran & Monereo, 2005; Kirschner *et al*., 2004), 증강현실을 관찰하면서 학습 내용을 이해했는지 확인하고 부연 설명하는 역할과 활동지에 기록하는 역할 등 학생이 역할 부여를 바탕으로 증강현실을 활용한 소집단 학습에 참여하도록 하는 것을 생각해볼 수 있을 것이다.

대화 내용에 근거하여 새로운 기여가 추가로 이루어지는 정교화 상호작용의 비율은 28.1%(108회)로 나타났고, 이 중 누적형 상호작용의 비율이 16.1%(62회)로 가장 높았다. 즉 학생은 대화를 주고받으면서 점차 이해 및 공유가 누적되어 가는 형태의 상호작용을 주로 하였다. 이러한 누적형 상호작용은 활동지 응답에 대한 해설을 종합해 나가는 과정을 2인의 소집단 구성원이 번갈아 상호작용하면서 주로 나타났다. 다음은 학생이 용해된 포도당 입자와 용해되지 않은 포도당 입자의 개수를 각각 센 후 이를 종합하여 전체 포도당 입자의 개수를 협력하여 찾아가는 모습을 보여주는 누적형 상호작용의 예시이다.

학생 A: 우선은 물이 10도일 때 물의 입자 개수만 우선 세어 봐.
학생 B: 물의 입자 개수? (각각) 10개, 10개, 10개
학생 A: 10개? 용해된 거는 물에 포도당이 모두 섞였다는 거잖아. 그러니까 이제 위에 떠다니는 것(용해된 포도당 입자)들만 세 보자.
학생 B: (용해된 포도당 입자 개수는) 2개야.
학생 A: 물이랑 용해되지 못하고 가라앉아 있는 입자 개수는 8개. 그러니까 전체 포도당 입자 개수는 10개겠네.

(4조 용해도)

이러한 상호작용은 학생이 활동지에 답을 응답하면서 미처 이해하지 못한 부분을 정교화하도록 하는 데 도움을 주었다. 이와 관련하여 학생 4B는 제대로 알지 못하고 적은 내용에 대한 구체적인 이유를 동료 학생과 나누면서 학습 내용에 대한 이해를 높일 수 있었다고 응답하였다.

> 짝꿍이 활동지에 적은 것이 제가 적은 것과 비슷했는데 저는 제대로 알지 못하고 적은 것이기 때문에 왜 이렇게 생각하는지 물어봤어요. 짝꿍이 이때 자세하게 설명해줘서 이해하기도 편하고 도움이 많이 됐어요.
>
> (학생 4B의 수업 후 면담)

다음으로는 교정형 상호작용이 7.3%(28회)로 높게 나타났다. 이러한 상호작용은 대개 학생이 증강현실을 통해 현상을 입자적 관점에서 해석하는 과정 중 오류를 범할 때 이를 다른 학생이 교정해주면서 나타났다.

> 학생 3A: 가열 시간이 증가함에 따라 물 액체 입자의 개수는?
> 학생 3B: 똑같지.
> 학생 3A: 감소하지!
> 학생 3B: 왜?
> 학생 3A: 물이 기체 입자로 변하는 거잖아.
>
> (3조 끓는점)

학생은 거시적 수준에서 일어나는 현상을 미시적 수준에서 설명하는 데 많은 오류를 범하는 것으로 보고된다(Lee *et al*., 2018). 학생은 교사와의 상호작용보다 동료와의 상호작용에서 자신의 의견을 표현하고 도움을 받을 때 두려움이 감소하므로, 주체적인 학습을 통한 자연스러운 개념 변화 과정을 촉진할 수 있다(Lee, 2011). 따라서 누적형 상호작용 다음으로 교정형 상호작용을 많이 수행했다는 점은 학생이 동료 학생과 상호작용을 통해 입자적 관점에 대한 자연스러운 개념 변화 과정을 거쳤음을 보여준다.

논쟁형 상호작용과 평가형 상호작용은 각각 4.2%(16회)와 0.5%(2회)로 거의 나타나지 않았다. 즉 학생은 구성원의 의견에 대해 논쟁하거나 평가하기보다는 이를 그대로 받아들이는 경향을 보였다.

> 이번 활동에서 짝꿍과 제가 7대3 비율 정도로 얘기한 것 같은데요, 제가 잘 몰라서 그냥 질문하면 짝꿍이 설명해주는 대로 들었던 것 같아요.
>
> (학생 3B의 수업 후 면담)

학생이 가진 주장이나 관점에 대해 논쟁하거나 평가하는 과정은 학생이 자신의 사고 과정을 더욱 효과적으로 점검하도록 하므로 학습에 효과적이다(Anderson *et al*., 2001). 특히 이러한 과정은 불분명했던 생각들을 명료화하고, 다른 학생의 의견에 근거하여 해답에 도달할 수 있도록 한다는 점에서 장점을 지닌다(Driver, 1995). 실제로 동료 학생의 질문에 관해 설명해주는 것에서 나아가 학습 활동을 평가하는 과정은 성취도 향상과 밀접한 관련이 있는 것으로 보고된다(Joo *et al*., 2014). 따라서 교사는 학생이 증강현실을 관찰하는 것에서 나아가 학습 결과에 대해 논쟁하고 평가해볼 수 있도록 지도할 필요가 있다.

한편 운영 관련 상호작용 중 기록형 상호작용은 8.0%(31회), 진행형 상호작용은 10.6%(41회)로 두 가지 상호작용이 거의 유사하게 나타났다. 특히 증강현실을 활용한 소집단 학습 상황(Shin *et al*., 2020)과 비교했을 때, 진행형 상호작용이 약 20%p 감소하였다. 이는 개별 진술 단위의 분석 결과와 같은 맥락에서 조작성이 없는 증강현실의 활용에 대한 인지적 부담이 높지 않아 학생이 증강현실을 활용한 소집단 학습 참여에 큰 어려움이 없었기 때문으로 보인다.

3. 물리적 상호작용

증강현실을 활용한 소집단 학습에서 나타나는 물리적 상호작용 분석 결과를 Table 6에 제시하였다. 활동지 관련 상호작용이 57.2%(671회)로 가장 높은 비중을 차지하였으며, 다음으로 가상 객체 관련 상호작용(290회, 24.8%), 마커 관련 상호작용(211회, 18.1%)의 순으로 나타났다. 즉 학생은 마커 또는 가상 객체와의 상호작용보다도 활동지와 관련한 상호작용을 주로 하였다.

Table 6. Frequencies of physical interaction

물리적 상호작용		하위 영역	계 (%)
증강현실 관련 상호작용	마커 관련 상호작용	마커 선택하기	91(7.8)
		마커 가리키기	51(4.4)
		마커 관찰하기	69(5.9)
		계	211(18.1)
	가상 객체 관련 상호작용	가상 객체 캡처하기	15(1.3)
		가상 객체 가리키기	24(2.1)
		가상 객체 관찰하기	251(21.4)
		계	290(24.8)
활동지 관련 상호작용		활동지 읽기	66(5.6)
		활동지 쓰기	583(49.7)
		활동지 관찰하기	22(1.9)
		계	671(57.2)
계			1,172(100.1)

물리적 상호작용 중 증강현실 관련 상호작용을 하위 영역별로 살펴보면, 마커 관련 상호작용에서는 마커 선택하기(7.8%, 91회), 마커 관찰하기(5.9%, 69회), 마커 가리키기(4.4%, 51회)의 순으로 나타났지만, 세 가지 물리적 상호작용이 큰 차이를 보이지 않았다. 즉 학생은 마커를 선택하여 용해도와 끓는점에 대한 실험 사진을 관찰 및 탐색하였으며, 마커를 가리키는 행동을 통해 대상을 명료화하였다. 다음은 학생이 가열 시간에 따른 포도당 용액의 상태를 보여주는 사진을 포함한 마커를 선택하고 가리키면서 생각을 공유하는 모습을 보여주는 예시이다.

> (학생 4A와 4B가 마커가 프린트된 용지를 넘긴 후 가열 시간이 5분일 때의 마커를 선택하고, 스마트 기기로 마커를 비춘다.)
> 학생 4A: (가상 객체를 관찰하며) 근데 5분에서 물 입자의 개수는 10개 같지 않아?
> 학생 4B: (가상 객체를 관찰하며) 10개 맞아.
> (학생 4B가 가열 시간이 10분일 때의 마커를 선택하고, 스마트 기기로 마커를 비춘다.)
> 학생 4B: (마커를 가리키며) 이때는 액체야, 기체야?

학생 4A: 아직 100도를 안 넘었으니까 액체 아니야?

(4조 끓는점)

선행연구(Shin *et al*., 2020)에서는 원소 기호가 그려진 카드를 마커로 사용했는데, 가상 객체를 증강하기 위해 마커를 선택하고 카메라에 위치시키는 등의 행동이 주로 관찰되었다. 그런데 이 연구에서는 실험 상황을 촬영한 사진을 마커로 제작하여 마커가 학습 내용과 관련한 거시적 정보를 포함할 수 있도록 하였으며, 그 결과 마커를 선택하는 행동뿐만 아니라 마커를 관찰하거나 가리키는 행동도 나타났다. 이는 마커가 제공하는 정보의 형태 차이에서 기인할 것일 수 있다. 따라서 마커의 정보 제공 형태에 따라 학습에 미치는 영향을 조사하는 추후 연구가 필요하다.

가상 객체 관련 상호작용에서는 가상 객체를 관찰하는 행동이 21.4%(251회)로 가장 높게 나타났으며, 가상 객체를 가리키거나 캡처하는 행동의 비율은 각각 2.1%(24회), 1.3%(15회)로 거의 나타나지 않았다. 활동지 관련 상호작용에서는 활동지를 쓰는 행동이 49.7%(583회)로 대부분을 차지했으며, 활동지를 읽거나 관찰하는 행동은 각각 5.6%(66회), 1.9%(22회)로 거의 나타나지 않았다. 즉 학생은 용해도와 끓는점에 대해 입자 모형으로 증강된 가상 객체를 관찰하는 물리적 상호작용을 주로 수행하였으며, 마커나 가상 객체를 관찰한 결과를 활동지에 쓰는 행동을 주로 보였다. 앞서 단순 상호작용의 비율이 높았던 결과를 통해서도 알 수 있듯이 학생은 활동지 작성을 위해 가상 객체를 주로 관찰하였다. 다음 예시에서 학생은 포도당 용액 속 용해된 포도당 입자의 움직임을 마커와 가상 객체를 통해 관찰하고, 이를 활동지에 기록하고 있다.

학생 5A: (마커를 가리키며) 이제 입자의 운동 방향을 봐야 해.
학생 5B: (스마트 기기를 손에 쥐며) 움직이는 방향을 보자.
학생 5A: (마커를 가리키며) 내가 37도 볼게.
학생 5B: (가상 객체를 관찰하며) 일단 10도에서는 무작위로 움직이는 것 같아. (활동지에 결과를 쓰며) 움직임은 무작위, 배열은 불규칙적.

(5조 용해도)

증강현실을 활용한 소집단 학습에서는 활동지, 가상 객체, 마커 등 여러 학습 도구가 활용된다. 이때 학습 도구의 협력적 사용은 소집단 학습에서 지식 구성에 효과적인 것으로 보고된다(Tallyn *et al*., 2017). 마찬가지로 증강현실을 활용한 소집단 학습에서도 학습 도구를 협력적으로 활용하여 정보를 공유하면서 지식 구성에 참여할 수 있도록 한다면 더욱 의미 있는 상호작용이 이루어지도록 촉진할 수 있을 것이다. 예를 들어 한 학생이 마커를 선택하고 증강된 가상 객체를 설명하는 동안 동료 학생은 이를 활동지에 작성하면서 논의에 참여하도록 할 수 있다.

Ⅳ. 결론 및 제언

이 연구에서는 중학생의 증강현실을 활용한 2인 1조의 소집단 학습 환경에서 나타나는 언어적・물리적 상호작용을 분석하였다. 연구 결과 언어적 상호작용의 개별 진술 단위 중 과제 관련 진술에서는 질문과 설명이 가장 높았으며, 이 중에서도 학습 내용에 대해 구체적인 정보를 요구하거나 설명하는 정보 질문과 정보 설명이 주를 이루었다. 상호작용 단위 수준에서는 지식 구성 상호작용이 높은 비중을 차지했으며, 이 중에서도 대칭적 상호작용이 대부분을 차지하였다. 대칭적 상호작용에서는 단순 상호작용이 절반 이상으로 상당한 비중을 차지하였으며, 다음으로 정교화 상호작용이 나타났다. 정교화 상호작용을 하위 영역별로 보면, 누적형 상호작용이 가장 높았으며, 뒤를 이어 교정형 상호작용이 나타났다. 논쟁형 상호작용과 평가형 상호작용은 거의 나타나지 않았다. 운영 관련 상호작용 중 기록형 상호작용과 진행형 상호작용이 거의 유사하게 나타났다. 물리적 상호작용 중 마커 관련 상호작용에서는 마커 선택하기, 마커 관찰하기, 마커 가리키기와 같은 행동의 빈도가 큰 차이를 보이지 않았다. 가상 객체 관련 상호작용은 가상 객체를 관찰하는 행동이, 활동지 관련 상호작용에서는 활동지를 쓰는 행동이 대부분을 차지했다.

이상의 연구 결과를 바탕으로 중학생 2인의 증강현실을 활용한 소집단 학습 효과를 높이는 방안을 제시하면 다음과 같다. 우선 학생은 증강현실을 활용한 2인의 소집단 학습을 통해 편안한 분위기에서 큰 어려움 없이 증강현실을 잘 활용하였으며, 증강현실의 활용은 학생이 입자적 특징을 직관적으로 이해할 수 있도록 하였다. 이에 따라 학생은 증강현실 관찰 결과를 바탕으로 학습 개념에 관한 구체적인 질문과 설명을 제시하였으며, 학습 내용을 점차 정교화해나가는 상호작용을 통해 지식을 구성해 나갔다. 즉 증강현실은 학생이 주체적으로 논의를 이끌어 가면서 자연스러운 개념 변화 과정을 가능하게 하였다. 이는 증강현실을 활용한 소집단 학습이 학생의 학습에 효과적으로 활용될 수 있음을 보여준다. 따라서 이 연구에서와 같이 증강현실을 적극적으로 활용한다면 학생 중심의 교수학습 실현에 기여할 수 있을 것이다.

그러나 단순 상호작용의 비율이 높게 나와 상호작용이 피상적으로 이루어지는 경향이 있었다. 또한 누적형 상호작용과 같이 일부 상호작용 수준에 집중되어 자신의 의견을 제시하면서 논쟁하는 등 학생의 비판적 사고를 촉진하기 위한 상호작용은 다소 부족하였다. 특히 학생이 함께 학습에 대해 평가하거나 반성하는 형태의 상호작용이 거의 나타나지 않았다는 점은 증강현실을 활용한 소집단 학습 전략 측면의 개선이 필요함을 보여준다. 예를 들어 학생에게 역할을 부여하거나 구성원의 의견에 대한 평가를 유도할 수 있는 질문지를 제공함으로써 학생이 소집단 학습에 참여하는 과정에서 이를 적절히 활용하도록 할 수 있다. 이는 증강현실을 활용한 소집단 학습에서 학생이 다양한 사고를 하도록 촉진할 뿐만 아니라 비판적으로 의견을 점검하며 확장해 나가도록 하는 데 도움을 줄 수 있을 것이다.

다음으로 2인 1조의 소집단 학습 환경에서는 과제 무관 진술이 차지하는 비중도 적지 않았다. 이러한 과제 무관 상호작용이 긴장 완화 및 친밀감 형성과 같은 사회적 측면을 지원할 수 있지만, 지식 구성 과정으로 이어지지 못할 경우 소집단 학습 효과를 제한할 수 있다. 따라서 증강현실을 활용한 소집단 학습의 효과를 높이기 위해서는 보다 유의미한 상호작용으로 유도하는 방안이 강구돼야 할 것이다. 이를 위해 교사는 우선 학생이 동료 학생과 라포를 형성할 수 있는 충분한 시간을 제공하고, 학생이 증강현실 관찰 결과를 바탕으로 심층적인 논의에 참여할 수 있도록 환경을 구축할 필요가 있다. 예를 들어 교사는 교실을 순회하며 학생의 상호작용을 주의 깊게 관찰하며 동료 학생에게 서로의 생각을 설명하도록 활동을 지도할 수

있다. 이는 학생이 소집단 학습에 편안함을 느끼면서 자신의 다양한 사고를 표출하도록 하여 궁극적으로 유의미한 지식 구성 상호작용을 유발하는 데 도움을 줄 수 있을 것이다.

증강현실을 활용한 소집단 학습에서는 활동지를 쓰거나 마커, 가상 객체와 같은 증강현실을 관찰하는 행동뿐만 아니라 증강현실을 선택하거나 가리키는 물리적 상호작용이 나타났다. 활동지, 가상 객체, 마커 등과의 물리적 상호작용은 학생이 증강현실을 활용한 학습에서 협력적으로 정보를 공유하면서 지식 구성에 참여하도록 할 수 있다. 예를 들어 마커와 증강현실을 설명하는 학생과 활동지에 기록하는 학생이 함께 지식 구성에 참여하도록 하는 것이 가능하다. 따라서 증강현실을 활용한 소집단 학습의 효과를 높이기 위해서는 활용되는 학습 도구의 협력적 활용이 학습에 미치는 영향을 고려하여 학습 환경을 구축할 필요가 있다.

한편 이 연구는 2인의 소집단 크기에 주목하였으므로, 이외에 다른 소집단 크기나 학생의 개별 특성 등 소집단 학습에 영향을 미치는 다양한 변인들을 고려하여 증강현실을 활용한 최적의 학습 환경을 탐색하는 연구가 계속되어야 할 것이다. 또한 이 연구는 2인 1조의 소집단 학습 환경에서 나타나는 언어적·물리적 상호작용을 분석하였기 때문에 학습 개념에 대한 학생의 의미 구성 과정을 깊게 이해하는 데에는 한계가 있다. 따라서 증강현실을 활용한 소집단 학습에서 학생의 지식 구성 과정을 심층적으로 살펴보는 연구가 이루어질 필요가 있다. 마커를 선택하는 행동 이외에 마커를 관찰하거나 가리키는 행동이 나타난 결과는 마커가 제공하는 정보의 형태 차이에서 기인한 것일 수 있으므로 이러한 차이가 학습에 미치는 영향을 조사하는 추후 연구도 필요하다.

국문요약

이 연구는 중학생의 증강현실을 활용한 2인 1조의 소집단 학습에서 나타나는 언어적·물리적 상호작용을 분석하였다. 서울 시내 중학교 2학년 학생 12명이 용해도, 녹는점과 끓는점 개념에 대해 증강현실을 활용한 2인 1조의 소집단 학습에 참여하였다. 이 수업은 녹음 및 녹화되었으며, 수업이 종료된 후 학생들을 대상으로 반구조화된 면담을 시행하였다. 연구 결과는 개별 진술 단위, 상호작용 단위 그리고 물리적 상호작용으로 각각 분석하였다. 개별 진술 단위에서는 정보 설명과 정보 질문의 비율이 높게 나타났다. 상호작용 단위는 단순 상호작용, 정교화 상호작용의 비율이 높았다. 정교화 상호작용을 하위 영역별로 보면, 누적형 상호작용의 비율이 높았으며 뒤를 이어 교정형 상호작용이 나타났다. 물리적 상호작용은 활동지를 쓰는 행동과 가상 객체를 관찰하는 행동의 비율이 높았다. 이상의 연구 결과를 바탕으로 중학생 2인의 증강현실을 활용한 소집단 학습을 효과적으로 구성할 수 있는 적절한 방안을 제시하였다.

주제어 : 증강현실(AR), 소집단 학습, 소집단 크기, 상호작용

References

Anderson, T., Howe, C., Soden, R., Halliday, J., & Low, J. (2001). Peer interaction and the learning of critical thinking skills in further education students. Instructional Science, 29(1), 1-32.

Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. Presence: Teleoperators & Virtual Environments, 6(4), 355-385.

Bacon, D. R. (2005). The effect of group projects on content-related learning. Journal of Management Education, 29(2), 248-267.

Baron, L. J., & Abrami, P. C. (1992). The effects of group size and exposure time on microcomputer learning. Computers in Human Behavior, 8(4), 353-365.

Cai, S., Chiang, F. K., & Wang, X. (2013). Using the augmented reality 3D technique for a convex imaging experiment in a physics course. International Journal of Engineering Education, 29(4), 856-865.

Cai, S., Wang, X., & Chiang, F. K. (2014). A case study of augmented reality simulation system application in a chemistry course. Computers in Human Behavior, 37, 31-40.

Cha, J., Park, H., Kim, K., & Noh, T. (2005). Verbal interaction in cooperative CAI by group composition. Journal of the Korean Chemical Society, 49(6), 575-583.

Chiang, T. H. C., Yang, S. J. H., & Hwang, G.-J. (2014). Students' online interactive patterns in augmented reality-based inquiry activities. Computers & Education, 78, 97-108.

Driver, R. (1995). Constructivist approaches to science teaching. In L. P. Steffe, & J. Gale (Eds.), Constructivism in education (pp. 385-400). New York, NY: Routledge.

Dunleavy, M., Dede, C., & Mitchell, R. (2009). Affordances and limitations of immersive participatory augmented reality simulations for teaching and learning. Journal of Science Education and Technology, 18(1), 7-22.

Duran, D., & Monereo, C. (2005). Styles and sequences of cooperative interaction in fixed and reciprocal peer tutoring. Learning and Instruction, 15(3), 179-199.

Georgiou, Y., & Kyza, E. A. (2021). Bridging narrative and locality in mobile-based augmented reality educational activities: Effects of semantic coupling on students' immersion and learning gains. International Journal of Human-Computer Studies, 145, 102546.

Han, S., & Lim, C. (2020). Research trends on augmented reality education in Korea from 2008 to 2019. Journal of Educational Technology, 36(3), 505-528.

Hanid, M. F. A., Said, M. N. H. M., & Yahaya, N. (2020). Learning strategies using augmented reality technology in education: Meta-analysis. Universal Journal of Educational Research, 8(5A), 51-56.

Ibáñez, M. B., Di-Serio, Á., Villarán-Molina, D., & Delgado-Kloos, C. (2014). Augmented reality-based simulators as discovery learning tools: An empirical study. IEEE Transactions on Education, 58(3), 208-213.

Järvelä, S., Näykki, P., Laru, J., & Luokkanen, T. (2007). Structuring and regulating collaborative learning in higher education with wireless networks and mobile tools. Journal of Educational Technology & Society, 10(4), 71-79.

Johnson, D. W., & Johnson, F. P. (2009). Joining together: Group theory and group skills(10th ed.). Upper Saddle River, NJ: Pearson Education.

Joo, Y., Kim, K., & Noh, T. (2014). A comparison of verbal interaction patterns in science cooperative learning based on grouping by middle school students' collectivism. Journal of the Korean Association for Science Education, 34(3), 221-233.

Kang, S. (2000). Concept learning strategy emphasizing social consensus during discussion: Instructional effect and verbal interaction in small group discussion. Doctoral Dissertation, Seoul National University, Korea.

Kang, S., Kim, C., & Noh, T. (2000). Analysis of verbal interaction in small group discussion. Journal of the Korean Association for Science Education, 20(3), 353-363.

Kim, Y., Kim, M., Ha, M., & Lim, S. (2017). Analysis of changes in verbal interaction types of science-gifted students. EURASIA Journal of Mathematics, Science & Technology Education, 13(6), 2441-2457.

Kirschner, P., Strijbos, J.-W., Kreijns, K., & Beers, P. J. (2004). Designing electronic collaborative learning environments. Educational Technology Research and Development, 52(3), 47-66.

Kooloos, J. G., Klaassen, T., Vereijken, M., Van Kuppeveld, S., Bolhuis, S., & Vorstenbosch, M. (2011). Collaborative group work: Effects of group size and assignment structure on learning gain, student satisfaction and perceived participation. Medical Teacher, 33(12), 983-988.

Kye, B., & Kim, Y. (2008). Investigation on the relationships among media characteristics, presence, flow, and learning effects in augmented reality based learning. Journal of Educational Technology, 24(4), 193-224.

Lee, H. J. (2011). Conceptual change by peer instruction of 6th grade students in science fields. Master's Thesis, Korea National University of Education, Cheongju.

Lee, J., Lee, B., & Noh, T. (2018). A comparison of middle school students' macroscopic and microscopic conceptions related to the properties of substances. Journal of the Korean Chemical Society, 62(3), 243-252.
Lee, J., Park, G., & Noh, T. (2020). Development and application of the multiple representation-based learning strategies using augmented reality on the concept of the particulate nature of matter. Journal of the Korean Association for Science Education, 40(4), 375-383.
Lee, W.-H. (2016). Usability evaluation concept of mobile augmented reality interface design. Korea Society of Design Trend, 53, 191-200.
Lin, T. J., Duh, H. B. L., Li, N., Wang, H. Y., & Tsai, C. C. (2013). An investigation of learners' collaborative knowledge construction performances and behavior patterns in an augmented reality simulation system. Computers & Education, 68, 314-321.
Matcha, W., & Rambli, D. R. A. (2013). Exploratory study on collaborative interaction through the use of augmented reality in science learning. Procedia Computer Science, 25, 144-153.
Matthews, M. R. (2002). Constructivism and science education: A further appraisal. Journal of Science Education and Technology, 11(2), 121-134.
Price, S., & Rogers, Y. (2004). Let's get physical: The learning benefits of interacting in digitally augmented physical spaces. Computers & Education, 43(1-2), 137-151.
Rayner, G., & Papakonstantinou, T. (2018). The use of peer-assisted learning to enhance foundation biology students' understanding of evolution. International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education, 26(3), 65-77.
Roth, W. M. (2001). Situating cognition. The Journal of the Learning Sciences, 10(1-2), 27-61.
Shin, S., Kim, H., Noh, T., & Lee, J. (2020). High school students' verbal and physical interactions appeared in collaborative science concept learning using augmented reality. Journal of the Korean Association for Science Education, 40(2), 191-201.
Sung, J., & Jo, J.-W. (2016). An exploratory study on user experience of augmented reality advertising. Journal of Digital Convergence, 14(8), 177-183.
Tallyn, E., Frohlich, D., Lynketscher, N., Signer, B., & Adams, G. (2017). Using paper to support collaboration in educational activities. In T. Koschmann, D. D. Suthers, & T.-W. Chan (Eds.), Computer supported collaborative learning 2005: The next 10 years! (pp.672-676). New York, NY: Routledge.
Treen, E., Atanasova, C., Pitt, L., & Johnson, M. (2016). Evidence from a large sample on the effects of group size and decision-making time on performance in a marketing simulation game. Journal of Marketing Education, 38(2), 130-137.
Wilkinson, I. A., & Fung, I. Y. (2002). Small-group composition and peer effects. International Journal of Educational Research, 37(5), 425-447.

저자정보

송나윤(서울대학교 교육종합연구원 객원연구원)
신기덕(서울대학교 학생)
노태희(서울대학교 교수)