

실시간 시선응시를 기반으로 한 비대면 창업교육 집중도와 학업성취도의 관계: 개인별 자세의 조절효과*

구인혁**

[국문요약]

COVID-19 범유행이 초래한 전면 비대면수업은 우리 교육환경 전반에 유례없는 변화를 가져왔다. 본 연구는 비대면 창업교육에서 대학생들의 시선응시-수업자세 데이터를 계측하여 수업집중도의 개념을 정의하고, 학업성취도 간 관계를 규명하였다. 자극-반응의 효과성(SRC) 이론을 기반으로 화상수업의 응시를 시선유지 시간(dwell time)으로 측정하였고, 자기조절학습(self-regulation learning)에서 강조되는 의식적 노력과 집중도를 계량화하였다. 또한, 시선응시를 통한 집중 여부가 학업성과에 미치는 긍정적 영향을 분석하고 이들 관계에서 학습자의 상황 요인인 바른 자세의 조절효과를 검증하였다. 비대면 창업교육에 참여한 대학생(87명, 3,360시간)의 영상데이터에 인공지능(AI) 기술을 접목하여 분석한 결과는 다음과 같다. 동공-자세를 결합하여 측정한 수업집중도가 높을수록 학생들은 비대면 창업교육에서 우수한 학업성과를 달성하였다. 견갑골의 위치로 측정된 학생들의 바른 자세는 집중도와 학업성취도 간 유의미한 (+)의 조절효과를 보였다. 즉, 응시를 통한 집중도의 독립적 영향력만큼 바른 자세는 온라인수업에서 학업성과를 높일 수 있는 필수조건으로 볼 수 있다. 제시된 연구 결과는 수업집중도를 활용한 연구방법론뿐만 아니라, 비대면 창업교육과 연계된 수업행동 분석의 필요성을 강조한다. 마지막으로 연구의 보완점을 기술하고 교육학, 경영학, 인공지능 기술의 융합적 관점에서 추가 연구과제를 공유하고자 한다.

핵심주제어 : 수업집중도, 수업자세, 비대면 창업교육, 학업성과, 자극-반응이론

I. 서론

1.1 연구목적

COVID-19 범유행이 지속되면서 우리의 일상은 완전히 바뀌었다. 한 번도 경험하지 못했던 100% 비대면수업은

교육환경 전반에 걸쳐 급속한 디지털화를 촉진했다. 팬데믹의 확산은 꺾이지 않았고, 강화된 온라인수업은 정상적인 교육을 받지 못한 학생들의 불만을 유발하였다(정향기, 2020). 부족한 학습지원시스템과 준비되지 못한 원격수업에 대한 설문결과는 회의적이었고 특히, 응답 인원의 75.1%가 등록금 반환까지 동의할 정도로 심각한 수준이었다(리얼미터, 2020). 비대면수업은 시·공간의 유연성이 보

* 2022년도 한국연구재단 신진연구지원사업 선정과제로 연구되었음 (NRF-2022054520)

** 제1저자, 솔브릿지국제경영대학 교수, ihkoo@wsu.ac.kr

장되고 언제 어디서나 원하는 만큼 반복 학습이 가능한 장점이 있다. 그러나 원격수업시스템이 안정적이지 않을 경우, 비대면수업이 원활히 진행되지 못하기도 한다. 교수는 실시간으로 학생의 집중 여부를 확인하기 어렵고 학생 스스로의 자율적 관리가 대면수업에 비해 더 중요하게 고려될 수밖에 없다(이용상·신동광, 2020).

최근, 비대면 교육과정과 ICT(Information and Communication Technology)를 결합한 연구(학습자 성향, 뇌파, 행동, 자세, 집중도 및 학업성취도 등)들이 활발히 진행중이다(서윤경 외, 2020; Cheslock & Jaquette, 2022). 예를 들어, 청각과 시각정보의 관리방법을 개념화한 멀티미디어 설계이론을 바탕으로, 정보선택, 주의집중 과정이 인지적 측면에서 개념화 되었다(손태관·이광호, 2020; Li et al., 2019). 시선고정시간(eye-fixation time)과 교육 콘텐츠 간 상호작용도 비대면수업, 교육성과 연구의 새로운 주제로 떠오르고 있다. 특히, 정보처리이론에서 인지과정은 시각정보 입력의 ‘응시’와 정보처리 과정인 ‘집중’의 두 가지 측면으로 구분되는데(Olsen, Smolentzov & Strandvall, 2010), 학습자의 응시시간, 응시공간을 구분하여 주의집중을 유도하는 선행요인과 학업성과 사이의 연구가 활발히 이루어지고 있다(김민제 외, 2020; 류지현·김국현, 2020; 은석함 외, 2019).

동시에, 학습환경의 변화에 대응하는 인적자원의 의지, 동기, 역량개발에 따른 자기주도학습과 학업성취도와 연계된 연구들도 진행 중이다(Schunk & Zimmerman, 2023). 심리학적 관점에서 집중은 동기, 지식, 자극 등 외부 요인과 관련된 작업 또는 자극에 대한 주의를 할당하는 과정으로 정의된다(Styles, 2006; Zimmerman, 1989). 자기조절학습이론에서는 집중의 강도가 학습자별로 다르게 나타나고 학습조절 능력에 따라 차별화된 학업성과를 달성한다고 보았다(Schunk & Zimmerman, 2023). 마서민 외(2019)의 메타분석에 볼 수 있듯이, 초인지적 사고, 동기유발, 자발적 행동은 학업성과를 높이는 긍정적 요인인 반면, 학습역량은 경험과 반복적 학습으로 향상될 수 있다.

창업교육의 관점에서도 비대면수업 또는 플립러닝 방식은 시간, 공간의 제약을 완화하면서 기업가정신을 함양할 수 있는 효과적인 교육방식이다. 온라인 창업교육에서도 멘토의 학습지원(전문성 등)과 교육과정의 적절성(이론, 실습교재의 효과 등)이 보장될 경우, 학생의 교육만족도는 오프라인 과정과 다르지 않았다(변영조·이상한·김재영, 2020). 남정민(2017)도 플립러닝 기업가정신 교육과정을 통해, 학생들의 문제도출, 이슈해결 능력을 충분히 증진시킬

수 있음을 입증하였다. 즉, 창업(기업가정신)의 비대면 교육은 강사구성 및 멘토 배정이 어려운 대학들이 양질의 수업을 제공할 수 있고, 시공간의 유연성은 실무역량까지 강화할 수 있는 교과과정으로 확장·개편될 수 있다(김용태, 2022).

그러나 비대면 창업교육의 유용성, 효과성에 관한 다양한 연구에도 불구하고 교육참여자의 의지, 동기, 성과 사이의 인과관계를 입증할 수 있는 연구는 많지 않았다. 창업교육을 포함하여 실시간 비대면수업의 확산세를 고려할 때, 학생 행동과 수업과정에 대한 보다 면밀한 분석이 필요할 것이다(변영조·이상한·김재영, 2020). 또한, 교육학, 인공지능(AI), 경영학이 결합된 융합연구로서 비대면 창업교육과 그 학습과정의 성과는 새로운 연구영역으로 부상할 것이다(한가록·장유진·이재은, 2021; Kaplan & Haenlein, 2016). 이에 본 연구는 비대면 창업교육에서 대학생들의 시선응시-수업자세 데이터를 계속하여 수업집중도의 개념을 재정의하고 인공지능(AI)기술을 활용한 융합연구의 방법론을 3가지 관점에서 설명하고자 한다.

첫째, 기존 시선추적 분석법-응시(fixation), 단속운동(saccade), 관심영역(AOI), 경로(gaze-plot)를 통해 도출된 시선데이터와 실제 학습자의 학업성과 사이의 유의미한 연구모형을 제시한다. 선행연구에서 학습자의 시선은 파지(retention), 전이(transfer), 집중도(concentration)와 정(+)의 관계를 나타냈고, 교수의 지시적 행동에 따라 학습자의 응시 비율이 변화하였다. 또한, 교수법에 따른 (+)의 변화량만큼 학생들의 수업집중도도 동일한 방향으로 상승하였다(이용진·류지현, 2017; Pi et al., 2020). 인지심리학의 선행연구를 활용하여, 본 연구의 목적은 비대면 창업교육에서 정보선택과 인식방식을 시선 응시로서 구체화하고 학업성취도간 인과관계를 규명할 것이다. 이를 위해 기존 온라인교육 이론에서 도출된 시선 집중, 자세의 효과성을 중심으로 학업성과에 미치는 긍정적, 부정적 영향을 분석하고자 한다.

둘째, 시선 추적을 통한 주의집중 분석법은 자기보고(self-rating), 소리내어 생각하기(think-aloud) 등 주관적 측정 과정에서 발생할 수 있는 타당성(validity), 개념·방법론 불일치 (conceptual and methodological problem) 문제를 완화할 수 있다. 그러나 대부분 연구들은 일회성 지필시험·강의영상 분석을 통한 시선 움직임의 탐색 연구이거나 상황에 대처하는 집중 방식의 분류가 주를 이루었다(김소영 외, 2012; Sharma et al., 2016; 박채연 외, 2021). 선행연구들이 실시간·장기간 학습환경에서 발생 가능한 학습자의 인지과정 및 학습 결과의 연계를 후속연

구로 제시한 바(양은별·류지현, 2020; 정덕호·이준기, 2021), 본 연구에서는 한 학기 동안의 ZOOM 수업을 실시간 관찰하고, 학습자의 시선 응시 및 개인별 행동 정보를 효과적으로 활용할 수 있는 연구방법론을 새롭게 적용하고자 한다.

마지막으로, 비대면 창업교육의 학습자 주의집중과 학업성과 사이 관계를 조절하는 요인들의 상호관계를 규명할 필요가 있다. 본 연구에서는 학습자의 상황적 요인으로 '수업 자세'를 제시하여 두 변수간 방향과 강도의 변화를 검증한다. 자세 관련 선행연구를 살펴보면, 기립, 똑바로 앉기, 구부리고 앉기, 반듯이 누운 자세 등이 학업 수행에 미치는 영향 중, 똑바로 앉아있는 상황에서 가장 효과적인 문제해결 능력을 발휘했다(Schulman & Shontz, 1971). 특히, 온라인수업에서의 바른 자세는 집중력과 연계된 필수불가결한 요소이지만, 수업 자세와 관련된 기존 연구들은 장시간, 부적합한 자세에서 비롯된 질병 예방과 자세교정 측면에만 치중되어 있었다(김민제 외 2020; Cuddy, Schultz & Fosse, 2018). 바른 자세의 조절효과는 비대면 창업교육에서 집중과 학습효율 사이의 '정도'와 '방향'을 결정하는 핵심요인으로, 향후 비대면 기업가정신 교육 관련 개선방안을 도출하는데 기여할 수 있을 것이다.

II. 이론적 배경

2.1 비대면 수업집중

비대면 수업에서 수업집중은 효과적인 학업성과를 이끌어내기 위한 핵심요소이다. 전통적 자기조절 학습이론은 학습자가 목표를 달성하기 위해 상이한 인지, 행동, 정의적 특성을 유지하고 사고, 감정, 상황을 어떻게 관리하는가에 따라 서로 다른 학습성과를 달성한다고 보았다(Schunk & Zimmerman, 2023).

이러한 과정에서 학습자는 스스로 학습 동기를 유지할 수 있는 능동적 방식을 탐색, 유지, 평가할 수 있다. 구체적으로 학생들은 온라인수업에서 자기관찰(self-observation), 자기판단(self-judgement), 자기반응(self-reactions)의 세 단계를 거쳐 학습 과정의 자기조절 동기를 설정한다(서윤경 외, 2020).

동공지름, 얼굴인식 등 학습자의 생체데이터와 강의자료, 교수법, 교수자의 언어적·비언어적 행동 등이 학습과 연계된 시선추적 연구의 주요한 영역으로 고려되고 있다. 동공추적을 활용한 비대면수업의 수강태도 감독, 시선추적기술

이 반영된 온라인강의 모니터링(이동규 외, 2021), 얼굴인증 및 시선추적기술을 응용한 온라인강의 시스템(박창호 외, 2018), 얼굴인식 기술을 통한 비대면수업 집중도 분석(이규섭·황인호·서승현, 2021) 등 인공지능(AI) 기술이 접목된 생체데이터 분석, 기계학습을 통한 학생들의 집중여부를 파악하는 연구들이 활발히 진행 중이다.

방법론 측면에서 박창호 외(2018)는 시선추적만으로 온라인수업의 수강여부와 시청여부를 모니터링 할 수 있는 프로세스를 구체화하였다. 시선추적 방법을 보완하기 위해 뇌파변화를 반영한 분석들도 시도되고 있고(안형모·남상천·송기상, 2012), 안면인식 기술도 본격적으로 활용되고 있다. 특히, 이재희·박구만(2020)은 학습자의 안면을 실시간으로 관찰하여 출석여부를 판단하고 졸음이 감지되거나 화면이 아닌 곳을 응시했을 때, 경고메시지를 발송할 수 있는 화상수업 모델까지 제시하였다. 시선응시의 물리적 시간과 수업집중도와 정(+)의 관계, 집중력과 학업성취도 간 정(+)의 관계 등을 고려할 때, 상대적으로 높은 집중도는 성공적인 학업성과를 달성하기 위한 선행조건이라 할 수 있다(Dember & Warm, 1979; Egeth, Marcus & Bevan, 1972). 하지만 학습자 응시의 실시간 방향과 빈도, 자세의 가중치가 적용된 집중도 측정에 대한 후속연구의 필요성이 제기되고 있고 실제 학업성과 사이의 실증연구 요구도 증가하고 있다(Schunk & Zimmerman, 2023).

예를 들어 비대면수업에서는 상이한 시각적 상황에 따라 학습자별 행동이 달라지고 주의집중도의 차이가 결정된다. 양은별·류지현(2020)은 집중도가 높은 학생들은 교사의 얼굴, 칠판의 내용보다는 판서 흐름에 오히려 민감하게 반응한 반면 집중도가 낮은 학생은 기술된 내용 자체에만 동공이 더 넓게 확장됨을 발견하였다. 이것은 상이한 수업 행동에서 나타날 수 있는 서로 다른 동기와 집중의 차이를 의미한다. 따라서 본 연구에서는 단순히 집중시간의 길이에만 초점을 맞출 것이 아니라 집중의 안정성(예. 응시 변동, 자세변화) 등 차별화 가능한 개인별 기준을 함께 고려해야 한다. 또한, 중단분석의 요구에 부응하여 학습자의 주의집중을 간헐적인 빈도로만 계측하는 것이 아니라 상황요인이 포함된 장기간 변화량으로 고려되어야 한다는 점을 강조한다. 이에 따라 한 학기 동안 비대면 창업교육에 참여한 학생들의 집중도를 계측하고 다음과 같은 가설을 설정하였다.

가설1. 동공의 움직임 통해 측정된 비대면 창업교육의 집중도는 학업성과에 긍정적 영향을 미칠 것이다.

2.2 비대면수업과 학습행동

학습자의 자세는 시선응시의 방향을 예측할 수 있고 수업집중을 강화하는 선행요인으로 고려된다(김민제 외, 2020; Espigares-Jurado et al., 2020). 비대면수업에서 주의집중 여부는 학업성취도와 정(+)의 관계가 있으며, 집중을 강화하기 위한 학습자의 노력은 성공적 학습결과와 높은 상관관계를 보였다(Dember & Warm, 1979; Egeth, Marcus & Bevan, 1972). 반대의 경우, 수업집중도가 낮을수록 주의분산이 빈번하게 일어나고 저하된 수업태도는 30초 이상 지속하는 경향성을 나타냈다(류지현·김국현, 2020). 선행연구들은 시선의 움직임을 정확하게 측정하고 비대면수업에서 집중수준을 판별하는 일차적 목표를 달성하였다(Reutskaja et al., 2011). 이후 학습자 집중의 선행요인, 집중도 강화를 위한 교육자료, 교수자의 수업행동 및 학습자의 과제집착 등 주의집중과 학습결과 간 관련성을 찾는 연구로 발전하였다. 이용진·류지현(2017)은 동영상 강좌의 시선응시데이터를 분석하여 학습자의 주의집중이나 분산이 어떤 수업 조건에서 나타나는지 연구하였고, 교수자의 얼굴방향, 지시적 제스처(gesture), 언어적 설명과 일치된 지시 행동 등을 집중도 향상을 위한 교수행동으로 제시하였다. 이규섭·황인호·서승현(2021)은 온라인 수강자들의 평균 집중도를 측정하고 집중 수준이 낮아졌을 때, 주의·환기가 가능한 강의방법도 제안하였다.

상기 연구의 결과들을 종합할 때, 비대면수업에서는 단순 응시나 쳐다보는 행위만으로 우수한 성적이 보장되지 않았다(Li et al., 2019). 대면수업과는 달리 학습자가 응시의 강도와 방향을 효과적으로 관리할 때, 더 나은 성과를 만들어낼 수 있다. 따라서, 응시 자체를 집중도와 동일시하지 않고 고려할 수 있는 다른 생체데이터를 통합하여 비대면 창업교육의 집중도를 논의할 필요가 있다. 이에 따라 다음과 같은 가설을 설정하였다.

가설2. 바른 자세를 통해 측정된 비대면 창업교육의 집중도는 학업성취에 긍정적 영향을 미칠 것이다

2.3 집중도와 학업성과, 자세의 조절효과

자기조절학습 이론에서 학생의 집중력은 자기효능감과 성적 사이의 관계를 매개하고 동시에 시연, 조직화, 정교화 전략 등이 자기조절 능력 아래에서 학업성과와 상호작용하게 된다(마서민 외, 2019). 인지적 행동뿐만 아니라,

행동조절 능력도 대학생의 학업역량과 자기조절 학습에 유의미한 조절효과를 나타냈다(조영재·박수홍, 2018).

하지만 학습자별 개인 요인을 포함한 서로 다른 변수 간 상호작용과 관련된 연구는 여전히 미흡한 수준이다(Kaplan & Haenlein, 2016). 학습자의 상황요인이 비대면 집중의 차이를 결정하는 중요한 요소임에도 불구하고 선행연구에서는 시선응시 등 생체데이터 검출·분석에만 초점이 맞춰져 있다(Cho & Shen, 2013; Shi, Wedel, & Pieters, 2013; Strohmaier et al., 2020). 예를 들어 Thomson과 그의 동료들은 수업집중을 안정성과 생생함으로 규정하였다. 주의 안정성은 의도한 곳에 집중하고 오류를 방지하는 능력으로 할당된 업무에 대한 인식의 총량으로 정의된다. 동시에 주의력은 인식된 기억들을 정확하게 판단할 수 있는 생생함과 직결된다(Thomson, Besner & Smilek, 2015). 그러나 학습자가 화상수업을 주의 깊게 응시하더라도, 무의식적으로 바르지 못한 자세가 주는 신체적 피로감은 수업집중도를 떨어뜨리는 원인이 된다(Asteriadis et al., 2009). 이것은 본 연구에서 시선응시와 바른 자세를 동시에 고려한 집중도 계측방법을 제안한 이유이기도 하다.

선행연구에서는 직립자세보다 구부정한 자세가 더 부정적인 감정을 유발하고 결국에는 인지능력까지 저하시키는 것으로 보았다(Kozak et al., 2014). 즉, 바른자세를 취하는 것만으로도 긍정적인 기분이 늘어나고 우리 몸의 체성 감각(somesthesia)이 효과적으로 발휘된다(Cuddy, Schultz & Fosse, 2018). 잘못된 자세에서 비롯된 의학적 질병 외에도, 학습자의 자세분석을 통해 수업집중 여부를 파악하려는 연구가 늘고 있다. 김민제 외(2020)는 학생들에게 머리-등-허리의 자세점수를 제공하여 자세교정을 스스로 유도하고, 집중 시 발생할 수 있는 피로감을 줄여 능률 향상을 이끌어내는 실험을 진행하였다. 이때, 허리를 기반으로 한 자세점수가 높을 때, 수업집중의 효과가 가장 크게 나타났다. 또한, AI 객체검출 기술이 적용된 ‘앉은 자세 분류시스템’이 개발되어 모니터 앞에서의 올바른 자세를 학습하고, 잘못된 자세의 교정방법까지도 제시했다. 신체 부위에 센서를 부착하여 가장 적합한 자세를 추정하는 u-WBAN 기반의 자세교정시스템도 비대면 교육분야까지 확대되고 있다(마상용 외, 2016).

언급한 선행연구들을 바탕으로 본 연구에서는 지각심리학에서 활용되는 자극-반응의 효과성(SRC) 이론을 적용, 비대면 창업교육을 인지한 학생들의 참여 동기를 시선유지 시간(dwelling time)으로 정의할 것이다. 더불어 시선고정과 비대면 창업교육의 결과 사이의 관계를 학습자의 상황요인

인 바른 자세의 조절효과를 통해 설명할 것이다. 이에 따라 다음과 같은 가설을 설정하였다.

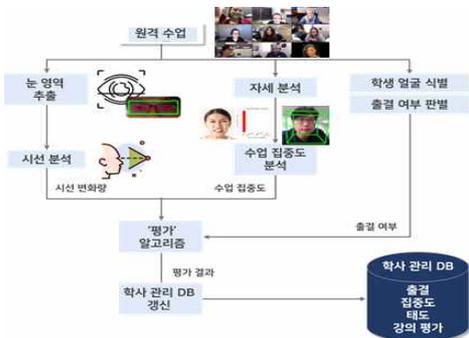
가설3. 비대면 창업교육에서 학습자의 바른 자세는 집중도와 학업성취도 사이의 정(+)의 관계를 조절할 것이다. 즉, 바른 자세를 유지할수록 비대면 수업집중도와 학업성취도 간 정(+)의 관계가 증기할 것이다.

III. 연구방법

3.1 연구대상

비대면 창업교육을 수행중인 전국 4년제 대학 중 한 곳을 선택하여 시선, 자세와 관련된 집중도 측정 관련 설명회를 진행하였다. 교육과정의 일관성, 평가의 효과성을 비교하기 위하여 경영학 융합과정(창업) 중 동일 교과목만을 선별하였다. 이것은 동일한 교수, 일관성 있는 강의내용, 성적평가의 기준의 동질성을 확보할 수 있다는 점에서 의의가 있다(Anstine & Skidmore, 2005). 본 연구에서 사용된 시선, 자세추적은 Sensor Motoric Instrument(SMI)사에서 개발한 iViewX RED와 상응하는 SW를 사용하였다(이용진·류지현, 2017). 2021년 1학기부터 2022년 2학기까지 연구 취지에 동의한 총 91명을 대상으로 최초 분석하였고 집중도와 학습자세의 데이터 간 매칭 오류가 발생한 4명의 정보를 제외하고 분석하였다.

수강자들은 모니터 상단에 측정기기를 부착하고 자기 선택하여 시선 및 자세의 변화를 녹화한다. 수강 환경은 수강자의 자택(책상유무 확인) 및 공부방으로 한정하고, 카페 및 외부환경에서의 접속은 데이터로 반영하지 않았다. 이것은 시각적 주의력을 저해하는 요소를 선제적으로 방지하기 위함이다. 연구를 위한 기술적 프로세스는 아래의 <그림 1>과 같다.

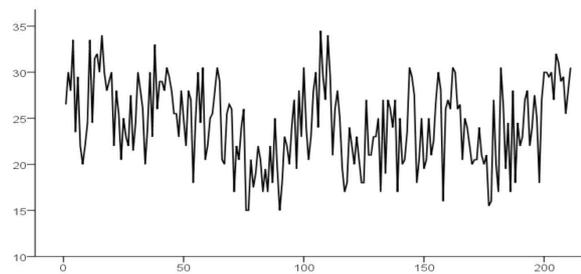


<그림 1> 연구 방법 및 측정 프로세스

이후 학생 1인당 총 40시간 이상의 동공과 앉은 자세 데이터를 기반으로 집중도를 계측하였다. 전체 데이터는 3,360시간의 수업데이터로 구성되고 0.5초간격으로 총 16개의 방향에서 동공과 자세 변화를 측정할 수 있도록 인공지능 알고리즘을 설정하였다. 성적은 수강과목의 평균학점을 반영하였다. 남학생 36명(41.4%), 여학생 51명(58.6%)으로 전공은 인문(22명, 25.3%), 사회(24명, 27.6%), 공학계열(20명, 23%), 그 외 전공(21명, 24.1%)으로 분포되었다. 3학년 이하 (39명, 44.8%), 3학년 초과 (48명, 55.2%)로 각각을 0과 1의 더미코딩하여 분석하였다. 매체(영상, 파워포인트 등) 활용방식에 따른 교수법 차이를 최소화하고 비대면 창업교육의 효과를 극대화할 수 있도록 블렌디드 수업으로 진행하였다(강후동, 2021; Chingos et al., 2017).

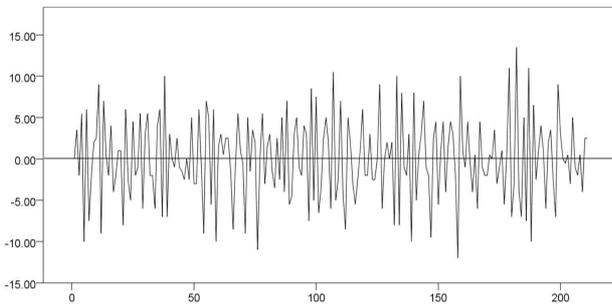
3.2 측정방법

교수의 강의, 교재, 보조자료 활용 등이 강의계획에 반영된 창업수업에서 데이터 수집은 수업당 3시간씩 실시간으로 진행되었다. 자료수집은 측정장비를 통해 화상 모니터에 반영된 학습자별 시선응시 데이터를 계측하고 상반신 데이터와 실시간으로 매칭한다. 이후, 수업집중도의 시계열 정보와 함께 개인별 종속변수 간 상관관계 및 회귀모형의 적합성을 분석하였다. 데이터 분석결과는 시간에 따른 학습자의 응시 변화량으로 다음과 같이 측정장치에 기록된다(그림 2).



<그림 2> 시간변화에 따른 시선응시

시간에 따른 시선응시 변화량도 백분율(%)로 계측하였다. <그림 3>과 같이 시선변화 0을 기준으로 양의 방향은 시선분산의 증가, 음의 방향은 시선집중의 증가를 의미한다(이용진·류지현, 2017,p.17).



〈그림 3〉 시선응시점의 변화: 시선분산 vs 시선집중

신체부위별 자세 패턴분석은 5개 관찰부위와 관절움직임 중 3가지 기준을 반영하여, 수업화면에 반영된 학생들의 자세를 실시간으로 측정하였다(배민우·곽은창, 2016). 이미지데이터에서 계속된 양쪽 어깨의 견갑골 위치를 마킹하고 어깨선과 안면부의 기울기(수평)를 기준으로 바른 자세인지, 바르지 않은 자세인지의 비율(%)을 계산하였다.

IV. 분석결과

4.1 가설검증

제시된 연구가설을 검증하기 위하여 Baron과 Kenny의 검증방법론을 활용하였다. 독립변수→ 종속변수(1단계), 독립변수, 조절변수→ 종속변수(2단계), 독립변수, 조절변수, 상호작용변수→ 종속변수(3단계)사이의 관계를 분석하고 마지막으로 2단계의 R제곱값이 3단계의 R제곱값과 통계적으로 유의한 수준에서 증가할 경우 조절효과가 의미를 갖는다. 즉, R제곱값의 증가분이 통계적으로 유의할 경우, 상호작용 관계도 통계적 적합성을 갖게 된다(Baron & Kenny, 1986).

우선 집중도와 수업성과의 영향을 검증하기 위하여 성별, 전공, 학년이 통제된 상태에서 분석하였다. 〈모델 1〉은 비대면 창업교과에서 성별, 전공, 학년의 통제변수만으로 기본 모형을 분석하였다. ‘비대면 수업집중도와 성적과의 관계는 긍정적(+) 영향을 미칠 것이다’라는 가설 1에 대한 검증은 〈모델 2〉에서 볼 수 있듯이 기울기(β)가 0.0

18 ($p < 0.01$)로 나타났고 채택되었다. ‘바른 자세는 비대면 창업교육의 성과에 긍정적(+) 영향을 미칠 것이다’는 가설 2에 대한 검증은 〈모델 5〉에서 볼 수 있듯이, 기울기(β)가 0.017 ($p < 0.01$)로 통계적으로 유의하였다. 즉, 비대면 창업교육에서 학생들의 동공 응시와 바른 자세는 학업성과에 긍정적 영향을 미친다는 기본가정이 성립됨을 검증하였다. 비대면 창업교과에서 집중도-성적 간 바른 자세의 조절효과를 검증하기 위하여 위계적 회귀분석을 실시하였다. Baron과 Kenny의 방법론에 따라, 우선 독립변수인 집중도가 학업성취도에 미치는 영향을 분석하였고(1단계), 다음으로 조절변수인 바른 자세를 포함한 모델을 분석하였으며(2단계), 최종적으로 집중도와 바른자세의 상호작용항을 투입하여(3단계) 통계적 유의성을 확인하였다. 그 결과 회귀모형은 1단계(모델 2: $F=4.303$, $p < 0.01$), 2단계(모델 3: $F=6.075$, $p < 0.01$), 3단계(모델 4: $F=6.242$, $p < 0.01$)로 통계적으로 모두유의했다. 즉, ‘비대면 창업교육 집중도→학업성취도’의 경로에서 바른 자세의 조절효과는 통계적으로 유의하고 가설 3은 채택되었다.

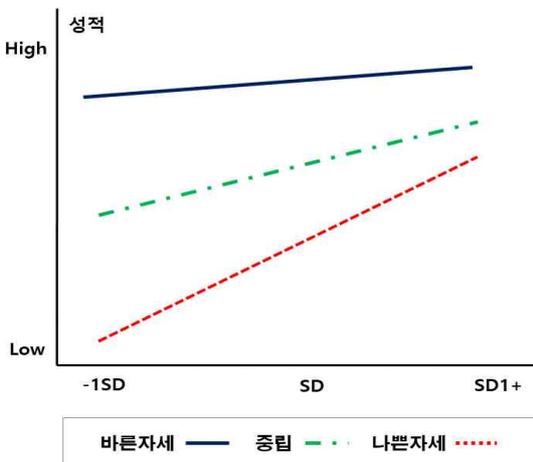
회귀모형의 설명력은 1단계(수정된 R제곱: 13.3%), 2단계(수정된 R제곱: 22.8%), 3단계(수정된 R제곱: 31.4%)로 나타났다. Durbin-Watson 통계치는 1.321에서 1.395로 잔차의 독립성 가정에 위배되지 않는 수준이었다. 단계별 VIF는 1.2 이하로 유지하고 있어 문제가 없는 것으로 평가되었다. 비대면 창업수업의 집중도가 성적 향상에 기여하는 독립적 영향만큼 바른 자세의 조절효과 또한 성적 향상에 크게 기여하고 있음을 알 수 있다.

조절효과의 영향력을 정확하게 이해할 수 있도록, 집중도 평균에서 표준편차 간 차이를 구분하여 자세 변화에 따라 달라지는 학업성과의 차이를 그래프로 확인하였다(그림 4). 단순 기울기 분석(simple slope test)에 따라, 성적 향상에 미치는 바른 자세의 영향은 바르지 않은 자세일 때보다 더 크게 나타났다. 이 영향력은 성적이 낮은 학생들에게서 더 유의미한 것으로 확인되었다. 조절효과의 임계치를 활용한 추가 분석결과도 바른 자세(43.67, $p < 0.01$)일 경우 통계적으로 유의미하였다(Miller, Stromeyer, & Schwieterman, 2013).

<표 1> 회귀분석 결과

구분	종속변수: 학업성취도				
	모델 1	모델 2	모델 3	모델 4	모델 5
(상수)	2.502**	2.036*	1.903*	1.737*	2.077*
성별	-.460	-.492*	-.436	-.401	-.409
전공	-.050	-.042	-.073	-.035	-.084
학년	.355	.395	.344	.302	.314
집중도		.018**	.010*	.036**	
자세			.014**	.021**	.017**
집중도×자세				-.002*	
ΔR^2	.060	.173	.273	.370	.246
R^2	.026	.133	.228	.314	.209
F값	1.756	4.303**	6.075**	6.242**	6.676**
Durbin-Watson	1.544	1.458	1.345	1.321	1.395
VIF(df)	1.0~1.1(3)	1.0~1.1(4)	1.0~1.2(5)	1.0~1.2(6)	1.0~1.1(4)

모든 회귀계수는 비표준화 계수. 성별, 전공, 학년은 통제변수로 반영. * p < .05, **p < .01.



<그림 4> 수업집중도와 자세의 조절효과

비대면 창업교육의 집중도가 높을수록 우수한 학업성과를 달성할 수 있음을 입증하였다. 100% 비대면 수업에서도 대면수업과 마찬가지로 집중의 효과가 높게 나타났고 시선 응시를 통한 집중의 여부는 우수한 학업성과와 직결됨을 설명하였다. 또한, 바른 자세의 효과도 집중과 동일한 결과를 나타냈다. 비대면 창업교과에서 바른 자세는 수업에 임하는 학생의 휴리스틱이 자기주도적 학습의 관점에서 긍정적 학업성과와 어떻게 연계되는지를 보여준다.

특히, 조절효과의 결과는 학생들이 단순히 응시하고 있다는 것만으로 성적 향상이 보장되지 않는다는 점을 강조한다. 자세가 바르지 않은 그룹에서 비대면 창업과정 집중도와 학업성과 사이의 부정적 영향이 강하게 나타났고 바른 자세의 비율이 높을수록 집중의 강도, 학업성취도 간 양(+)의 관계가 상대적으로 높게 나타났다. 온라인화로 전환되는 교육환경의 변화는 자기주도적 학습역량과 비대면 교육과정에 특화된 학습동기 및 집중력의 중요성을 시사한다.

이러한 사회적 요구에 부응하기 위하여 대학들은 학생들에게 다양한 플랫폼을 제공하고 있지만, 교육과정의 설계만큼이나 교육콘텐츠를 수행하는 학습자의 집중과 자세, 그리고 그 결과에 대한 종합적인 평가를 정밀하게 분석할 필요가 있다(최혜림 외, 2021). 과거 수업의 성과가 변수-중심적(variable-oriented) 접근법이었던다면, 온라인 과정이 활성화되면서 학생의 자기주도 역량과 진로개발 능력이 포함된 사람-중심적(person-oriented) 접근법으로 진화할 필요가 있다(손수경·신화용·박지혜, 2019).

V. 결론

5.1 연구의 요약 및 시사점

4차 산업혁명과 디지털 전환이 가속화되면서 비대면 수업은 일시적 대응을 넘어서 미래 교육의 새로운 방식으로 자리매김하고 있다. 이미 초·중·고교들은 온라인수업의 병행과 이에 관련된 문제점, 해결책을 모색하기 위한 다양한 혁신을 시도하고 있다. 대학들도 학생들의 학업성취도를 높일 수 있는 온라인 콘텐츠 개발, 교수법 설계와 함께 적응형 학습시스템 구축을 위한 노력을 진행하고 있다.

본 연구의 결과는 성별, 전공, 학년이 통제된 상황에서

5.2 시사점 및 정책제언

COVID-19 이후 온라인수업에 대한 다양한 연구가 진행 중이고 대면과 비대면을 혼합한 하이브리드 교육과정에 대한 논의도 활발히 이루어지고 있다. 동시에, 교육, 진로개발 및 창업의 관점에서 시가 접목된 에듀테크에 대한 관심과 융합교육의 필요성도 논의되고 있다(최영준, 2022). 비대면수업에서 집중도와 학업성과 간 관계에 대한 연구결과는 창업·진로의 측면에서 의미있는 선행변수를 제시할 것이다. 예를 들어 공무원 조직성과(김태우·최영룡, 2020), 그릿형성(김종성·신재열, 2021), 자기결정성과 자기효능감 향상(홍혜영·남정민, 2021), 기업가정신과 진로개발 역량의 효과성(배혜경·이우진, 2022) 등 선행연구들의 선결요인으로 진로개발과 창업 이전 단계의 집중, 몰입, 행동적 특성에 보다 많은 관심이 필요할 것이다.

교육행정의 관점에서, 본 연구는 AI를 통한 시선 추적 기술의 노하우를 확보하여 미래 화상교육에 적용가능한 기술적·실무적 프로세스를 설명한다. 또한, 온라인수업이 제공하는 교수-학습자 간 유연성(flexibility)과 학습 효용성(effectiveness) 증대를 위한 정책지원의 필요성도 강조한다. 교육부는 온·오프라인 융합 학습환경 구축과 디지털리터러시 전환의 시대적 흐름에 맞춰 맞춤형 화상교육 서비스를 제공하고 그 결과까지 확인할 수 있는 정책과제를 수립 중이다(교육부, 2021; 조성일, 2020). 향후, 온라인 교육 콘텐츠의 질적 수준은 지속적으로 향상되고 학습격차의 파악 및 해소를 위한 새로운 교육서비스가 제공될 것이다(최현실, 2021). 본 연구에서 제시된 시선·자세의 통합분석 방법은 온라인 학습자의 태도, 인지능력, 학습자별 집중도와 바른 자세의 중요성을 입증하면서 향후 도입 가능한 미래형 교육플랫폼 구축시 적용 가능한 이론적 토대를 제공할 것이다.

산업적 영역에서, 본 연구의 결과들은 LMS 시스템상에서 수업 집중, 바른 자세, 학업성과의 관계를 예측할 수 있는 솔루션 개발에 활용될 수 있다. 따라서 학생들은 필요시, 언제든지 본인의 수업집중도 추이를 확인할 수 있게 된다. 서두에 논의된 온라인수업의 한계들은 우리 교육이 직면한 시대적 전환이자 대학교육의 뉴노멀(New Normal)과 직결되어 있다. 비대면 학습환경이 지속될수록 자기주도학습의 중요성은 부각될 것이고, AI 및 IOT가 융합된 스마트러닝 플랫폼은 더욱 활성화될 것이다. 즉, 연구 결과들은 향후 비대면 환경하에서 AI 기반 수업 관리 및 진도가이드 제시 등 1:1 맞춤형 기능이 반영된 교육지원 서비스에도 접목 가능할 것이다.

5.3 한계 및 후속연구 제언

현재 연구에서 보완할 부분들과 후속연구를 위한 제언은 다음과 같다. 비대면 창업과정에 참여한 학생들의 동공, 자세의 중단데이터를 분석하여 1학기 동안성과와 집중-자세의 조절효과를 분석했음에도, 전통적 시계열분석법을 적용하지 못했다. 또한 학년별, 전공별, 성별에 따른 집중도의 차이 및 다양한 인구통계학적 변인들과의 상호작용에 대한 보다 정밀한 분석도 요구된다(홍혜영·남정민, 2021; 손수경·신화용·박지혜, 2019).

COVID-19라는 특수한 상황에서 온라인수업뿐만 아니라 일상화된 교육과정하에서 수업집중도와 자세, 학업성과에 대한 연구도 필요할 것이다. 예를 들어, 학업능력이 높은 경우에도 시험성적이 높지 않은 경우, 혹은 그 반대의 경우, 교육학적 관점에서 다양한 이론들이 제시된다. 동시에, 교수가 제공하는 수업방식에 따라 참여양상이 다르게 나타나는 점도 향후 연구에 반드시 고려되어야 할 것이다(Rogoff, Matusov, & White, 1996).

또한, 특정 대학의 3-4학년 학생을 대상으로 연구된 한계도 극복해야만 한다. 창업교육은 물론 일반경영, 사회과학, 공학 등 다양한 교과과정 및 다른 대학의 학생들을 대상으로 비교연구도 반드시 필요할 것이다. 성공적 교육 성과와 연계된 다양한 변인(교수-학생의 상호작용, 팀프로젝트, 협력적/통합적 학습법 등)과 어떻게 연계되는지도 연구되어야 하고 그 관계가 학생들의 진로와 취업에 어떤 영향을 미쳤는지도 의미있는 연구주제가 될 것이다(김송보 외, 2020).

마지막으로 기업가정신 연구의 관점에서 대학 창업에 영향을 주는 교육 제도와 교과 과정에 대한 융합 연구를 제안하고자 한다(유점석 외, 2016, 도재우, 2020). 이러한 연구는 창업교육, 심리학, AI 기술이 융합된 연구영역으로 새로운 방법론은 물론 도전적인 연구과제를 발굴할 수 있는 계기가 될 것이다.

참고문헌

- 강후동(2021). 대학 온라인 수업유형과 매체활용 유형별 효과 인식 연구. **English Teaching**, 76(1), 59-86.
- 김민제·임대근·박영준·김진홍·정승도(2020). 자세 분석 및 시선 인식 기반의 학습 효율 향상 방안 연구. **컴퓨터교육학회 논문지**, 23(6), 59-66.
- 김민제·임대근·김진홍·박영준·정승도(2020). 딥러닝 기반의 자세 분석 방안. **대한전기학회 워크샵**, 129-130.
- 김소영·변정호·이일선·권용주(2012). 과학 학업성취도 문항 풀이에서 초등학생의 시선추적 연구. **학습자중심교과교육연구**, 12, 65-78.
- 김승보·한애리·최영섭·엄미(2020). **비대면 시대의 인적자원개발 혁신!** 세종: 한국직업능력개발원.
- 김용태(2022). 체험형 창업교육 활성화를 위한 온라인플랫폼 구축에 관한 탐색적 연구. **한국진로창업경영학회지**, 6(2), 21-44.
- 김중성·신재열(2021). 부모의 사회경제적 지위가 자녀의 그림 형성에 미치는 영향. **한국진로창업경영학회지**, 5(4), 51-69.
- 김태우·최영룡(2020). 멘토링이 기초지자체 하위직 신규 공무원의 조직몰입에 미치는 영향: 조직문화의 조절효과를 중심으로. **한국진로창업경영학회지**, 4(1), 101-131.
- 교육부(2021). **2021년도 교육정보화 시행계획**. 세종: 교육부.
- 남정민(2017). 기업가정신 온라인교육의 효과성 검증: 플립러닝 및 PBL 기반기업가정신교육 적용 사례. **벤처창업연구**, 12(2), 31-40.
- 도재우(2020). 면대면 수업의 온라인 수업 전환과정에서 발생하는 설계 장애물에 대한 탐색. **교육문화연구**, 26(2), 153-173.
- 류지현·김국현(2020). 가상 현실 수업 시뮬레이션에서 가상 학생과의 정서적 상호작용이 사용자의 시선응시 및 가상실재감에 미치는 영향. **한국콘텐츠학회 논문지**, 20(2), 581-593.
- 동아일보(2020). 온라인개학 찬반의견 의견, 찬성(60.5%) vs 반대(23.2%). Retrieved (2023.03.19.) from <https://www.donga.com/news/Politics/article/all/20200330/100414439/1>, 리얼미터.
- 마상용·홍상표·심현민·권장우·이상민(2016). 머신러닝을 이용한 자세 분류 연구. **전기학회논문지**, 65(9), 1557-1563.
- 마서민·이정화·손사결·박병기(2019). 자기조절 학습과 학업성취도의 관계에 대한 메타분석. **아동교육**, 28(3), 109-133.
- 박채연·한결·김민정·김선영(2021). 멀티미디어 학습 연구를 위한 시선추적기법 활용 방법: 체계적 문헌 분석. **교육정보미디어연구**, 27(3), 749-776.
- 박충호·박노진·노성혁·곽노윤(2018). 얼굴 인증 및 시선 추적 기술을 응용한 온라인 강의 모니터링 시스템. **대한전자공학 학회 학술대회**, 504-507.
- 변영조·이상한·김재영(2020). 동기식 온라인창업교육의 학습자 만족 모델 개발. **지식경영연구**, 21(2), 119-135.
- 배민우·곽은창(2016). 고등학생들의 신체통증과 자세습관 실태 분석. **한국스포츠교육학회지**, 23(4), 111-128.
- 배혜경·이우진(2022). 청소년의 기업가정신이 진로개발 역량에 미치는 효과에 대한 연구. **한국진로창업경영학회지**, 6(1), 43-67.
- 손태권·이광호(2020). 토픽모델링을 활용한 국내 수학과 교육과정 연구 동향 분석: 1997년부터 2019년까지 게재된 국내 수학교육 학술지 논문을 중심으로. **수학교육**, 59(3), 201-216.
- 안형모·남상천·송기상(2012). 이러닝 학습 환경에서 생체신호를 활용한 학습 집중도 측정 방안. **한국컴퓨터교육학회 학술 발표대회논문집**, 16(2), 125-130.
- 양은별·류지현(2020). 학습용 에이전트의 성별과 시선응시 방향이 얼굴표정에 대한 감정상태 인식에 미치는 영향. **교육정보미디어연구**, 26(1), 51-77.
- 유점석·서창수·유연호·김영수(2016). 대학생의 창업의도에 미치는 영향요인에 대한 연구: 신입생 Orientation 기업가정신 교육을 중심으로. **벤처창업연구**, 11(5), 91-104.
- 은석함·박민희·황미경·남가영·권만우(2019). 시선추적장치를 활용한 캐릭터의 시지각 집중도에 관한 연구. **한국콘텐츠학회 논문지**, 19(6), 105-113.
- 이규섭·황인호·서승현(2021). 얼굴인식을 활용한 온라인 수업 집중도 분석 시스템. **한국정보처리학회 학술대회논문집**, 28(1), 29-32.
- 이동규·한지수·장근우·박재홍(2021). 객체인식 기반 손잡이 파지를 위한 최적의 알고리즘. **제어로봇시스템학회 국내학술대회 논문집**, 561-566.
- 이용상·신동광(2020). 코로나19로 인한 언택트 시대의 온라인 교육 실태 연구. **교육과정평가연구**, 23(4), 39-57.
- 이용진·류지현(2017). 강의동영상 자료에서 시선응시정보를 활용한 학습자의 주의집중 및 분산에 대한 탐색연구. **한국교육연구**, 23(3), 5-33.
- 이재희·박구만(2020). 얼굴인식 기반 비대면 온라인 강의학습 보조 시스템. **한국방송미디어공학회 학술발표대회 논문집**, 346-348.
- 서윤경·고명희·김수영·전병호(2020). 대학 비대면 온라인 수업에서의 학습자 만족 연구. **(사)디지털산업정보학회 논문지**, 16(3), 83-94.
- 손수경·신화용·박지혜(2019). 대학생의 학업성취도와 핵심역량 유형 분류 및 특징 분석-K 대학교 학생들을 대상으로. **교양교육연구**, 13(4), 95-117.
- 정덕호·이준기(2021). 시선 추적에 대한 국내 연구동향 분석. **과학과 과학교육 논문지**, 46(1), 29-38.
- 정항기(2020). 코로나19 상황의 대학교육에 있어서 전면적 온라인

- 인 수업 실행 및 평가에 대한 학습자 만족도. **멀티미디어 언어교육**, 23(3), 392-412.
- 조성일(2020). 대면수업과 온라인수업의 학업성취도 비교. **상업교육연구**, 34(6), 23-39.
- 조영재·박수홍(2018). 대학 신입생의 집단별 학업성취도와 자기 조절학습전략 간의 관계 분석. **학습자중심교과교육연구**, 18(24), 1131-1153.
- 최영준(2022). 대학의 진로교육 만족도와 영향요인 분석 연구: 인문·사회계열을 중심으로. **한국진로창업경영학회지**, 6(3), 161-177.
- 최혜림·한결·박채연·김민정·김선영(2021). 멀티미디어 학습 연구를 위한 시선추적기법 활용 방법: 체계적 문헌 분석. **교육정보미디어연구**, 27(3), 749- 776.
- 최현실(2021). 코로나-19 로 인한 대학신입생의 비대면 수업 경험에 대한 연구. **교양교육연구**, 15(1), 273-286.
- 한가록·장유진·이재은(2021). 청소년들의 창업 체험활동 참여도 및 만족도, 기업가정신, 진로계획성 간 연관성에 대한 연구: 부모와의 대화 빈도 및 능동적 학습 태도의 조절효과를 중심으로. **한국진로창업경영학회지**, 5(2), 1-27.
- 홍혜영·남정민(2021). 기업가정신이 삶의 만족도에 미치는 영향: 자기결정성과 자기효능감의 매개효과중심으로. **벤처창업연구**, 16(3), 59-72.
- Anstine, J., & Skidmore, M. L.(2005). A Small Sample Study of Traditional and Online Courses with Sample Selection Adjustment. **Journal of Economic Education**, 36, 107-127.
- Asteriadis, S., Tzouveli, P., Karpouzis, K., & Kollias, S.(2009). Estimation of behavioral user state based on eye gaze and head pose-application in an e-learning environment. **Multimedia Tools and Applications**, 41(3), 469-493.
- Baron, R. M., & Kenny, D. A.(1986). The moderator-mediator variable distinction in social psychological research: Conceptual, strategic, and statistical considerations. **Journal of personality and social psychology**, 51(6), 1173.
- Cheslock, J. J., & Jaquette, O.(2022). Concentrated or Fragmented? The U.S. Market for Online Higher Education. **Research in Higher Education**, 1 - 27.
- Chingos, M., Griffiths, R., Mulhern, C., & Spies, R.(2017). Interactive online learning on campus: Comparing students' outcomes in hybrid and traditional courses in the university system of Maryland. **The Journal of Higher Education**, 88(2), 210-233.
- Cho, M. H., & Shen, D.(2013). Self-regulation in online learning. **Distance education**, 34(3), 290-301.
- Cuddy, A. J., Schultz, S. J., & Fosse, N. E.(2018). P-curling a more comprehensive body of research on postural feedback reveals clear evidential value for power-posing effects: Reply to Simmons and Simonsohn (2017). **Psychological science**, 29(4), 656-666.
- Dember, W. N., & Warm, J. S.(1979), *Psychology of perception*. New York: Holt, Rinehart, and Winston.
- Egeth, H., Marcus, N., & Bevan, W.(1972). Target-set and response-set interaction: Implications for models of human information processing. **Science**, 176(4042), 1447-1448.
- Espigares-Jurado, F., Muñoz-Leiva, F., Correia, M.B., Sousa, C.M., Ramos, C.M., & Faisca, L.(2020). Visual attention to the main image of a hotel website based on its position, type of navigation and belonging to Millennial generation: An eye tracking study. **Journal of Retailing and Consumer Services**, 52, 101906.
- Kaplan, A. M., & Haenlein, M.(2016). Higher education and the digital revolution: About MOOCs, SPOCs, social media, and the Cookie Monster. **Business horizons**, 59(4), 441-450.
- Kozak, R., Campbell, B. M., Strick, C. A., Horner, W., Hoffmann, W. E., Kiss, T., & Castner, S. A.(2014). Reduction of brain kynurenic acid improves cognitive function. **Journal of Neuroscience**, 34(32), 10592-10602.
- Li, W., Wang, F., Mayer, R. E., & Liu, H.(2019). Getting the point: Which kinds of gestures by pedagogical agents improve multimedia learning?. **Journal of Educational Psychology**, 111(8), 1382.
- Miller, J. W., Stromeier, W. R., & Schwieterman, M. A.(2013). Extensions of the Johnson-Neyman technique to linear models with curvilinear effects: Derivations and analytical tools. **Multivariate behavioral research**, 48(2), 267-300.
- Olsen, A., Smolentzov, L., & Strandvall, T.(2010). Comparing different eye tracking cues when using theretrospective think aloud method in usability testing. **Proceedings of HCI 2010 24**, 45-53.
- Pi, Z., Xu, K., Liu, C., & Yang, J.(2020). Instructor presence in video lectures: Eye gaze matters, but not body orientation. **Computers & Education**, 144.
- Reutskaja, E., Nagel, R., Camerer, C. F., & Rangel, A.(2011). Search dynamics in consumer choice under time pressure: An eye-tracking study. **American Economic Review**, 101(2), 900-926.
- Rogoff, B., Matusov, E., & White, C.(1996). *Models of Teaching and Learning: Participation in a*

- Community of Learners. In D. Olson, & N. Torrance (Eds.), Handbook of Education and Human Development: New Models of Learning, Teaching, and Schooling (pp. 388-414). London: Blackwell.*
- Schulman, D., & Shontz, F. C.(1971). Body Posture and Thinking. **Perceptual and Motor Skills**, 32(1), 27-33.
- Schunk, D. H., & Zimmerman, B. J. (Eds.).(2023). **Self-regulation of learning and performance: Issues and educational applications.** Taylor & Francis.
- Sharma, R., Jain, A., Gupta, N., Garg, S., Batta, M., & Dhir, S. K.(2016). Impact of self-assessment by students on their learning. **International journal of applied & basic medical research**, 6(3), 226-229.
- Shi, S. W., Wedel, M., & Pieters, F. G. M.(2013). Information acquisition during online decision making: A model-based exploration using eye-tracking data. **Management Science**, 59(5), 1009-1026.
- Strohmaier, A. R., MacKay, K. J., Obersteiner, A., & Reiss, K. M.(2020). Eye-tracking methodology in mathematics education research: A systematic literature review. **Educational Studies in Mathematics**, 104(2), 147-200.
- Styles, E.(2006). **The psychology of attention.** Psychology Press.
- Thomson, D. R., Besner, D., & Smilek, D.(2015). A Resource-Control Account of Sustained Attention: Evidence From Mind-Wandering and Vigilance Paradigms. **Perspectives on Psychological Science**, 10(1), 82-96.
- Zimmerman, B. J.(1989). Self-regulated learning and academic achievement: An overview. **Education Psychologist**, 25(1), 3-17.

[abstract]

The Relationship Between Concentration and Academic Achievement in Online Entrepreneurship Education Using Real-time Gaze Tracking: The Moderating Effect of Learners' Postures*

Inhyouk Koo**

The COVID-19 pandemic has altered the educational landscape worldwide, including the widespread adoption of online learning. This study aims to define the concept of classroom engagement by examining the gaze behavior and posture of university students during online entrepreneurial education. In addition, this study examines the relationship between concentration and academic achievement. Drawing on the theory of stimulus-response compatibility (SRC), gaze behavior is measured using dwell time, while self-regulated learning is quantified based on students' conscious effort and concentration. The study investigates the positive impact of concentration on academic performance and validates the moderating effect of proper posture on this relationship. By utilizing artificial intelligence (AI) technology, video data (comprising 3,360 hours) from 87 university students enrolled in online entrepreneurial education were analyzed. The study determined that high levels of concentration, as gauged by the combination of pupil gaze and posture, were positively associated with improved academic performance. Moreover, this study reveals that proper posture, as measured by the scapula's position, plays a significant moderating role in the relationship between concentration and academic performance. These findings underscore the importance of quantifying classroom behavior and engagement in online learning environments. Finally, this study suggests future research directions from an interdisciplinary perspective, including education, management, and AI technology.

Key Words: Real-Time Eye Tracking, Online Entrepreneurship, Concentration, Posture, Academic Performance, Stimulus-Response Compatibility Theory

* This work was supported by the Ministry of Education of the Republic of Korea and the National Research Foundation of Korea. (NRF-2022054520)

** First Author, SolBridge International School of Business, Professor, ihkoo@wsu.ac.kr