

공학교육에서 교수 으뜸원리를 적용한 플립러닝 모델 및 교수 전략에 관한 연구

임지영*·김세영**,†

*이화여자대학교 교육공학과

**이화여자대학교 여성공학인재 양성(WE-UP) 사업단

Applying First Principles of Instruction to Flipped Classroom in Engineering Education: Model and Instructional Strategies

Lim, JiYoung*·Kim, Seyoung**†

**Department of Educational Technology, Ewha Womans University

**Center for Women in Engineering-Undergraduate Leading Program, Ewha Womans University

ABSTRACT

This study aims to suggest a model and instructional strategies for a flipped classroom using First Principles of Instruction in engineering education in order to organize teaching and learning activities in a flipped classroom. For this purpose, the authors analyzed the literature on the flipped classroom in engineering education and on applying First Principles of Instruction in designing flipped classroom. Then, a framework of flipped classroom employing First Principles of Instruction and instructional strategies were suggested. Two experts examined the validity of the model and of the instructional strategies, and the final version was completed reflecting on those feedback. Since engineering education aims to teach procedural knowledge as well as conceptual knowledge, different instructional strategies upon two types of knowledge were presented. The implication of our work is to illustrate the model and tactics for flipped classroom based on the Merrill's deeply rooted pedagogical approach. This study may contribute to practice in engineering education.

Keywords: Flipped classroom, Engineering education, First Principles of Instruction, Instructional Strategy

1. 서 론

공학은 인간에게 유용한 제품과 기술의 편의성, 효율성, 안정성 등을 개선하기 위해 노력하는 학문으로(박신영, 이윤소, 김경연, 강승찬, 2018), 최근 많은 국가들이 고민하고 있는 기후 변화, 식량 부족, 인터넷 정보 보호와 같은 문제들(World Economic Forum, 2016) 역시 공학적 문제해결을 절실히 필요로 하고 있다. 이처럼, 인간 삶의 질 향상을 위한 공학자들의 역할이 점차 커지면서 공학적 문제해결 역량을 갖춘 인재를 양성하는 것이 공학교육의 중요한 책무가 되었다. 공학교육은 학습자들이 현장 중심의 창의적 사고 및 문제해결 역량을 갖추 수 있도록 다방면으로 노력하고 있으며, 그 중 가장 활발하게 논의되고 있는 이슈 중 하나가 바로 교수학습 과정에서 이와 같은 역량을 어떻게 함양시킬 것인가에 관한 논의이다

(Honken, Ralston, & Tretter, 2016; Ozaltin, Besterfield-Sacre, & Clark, 2015).

특히 공학교육에서 주목받고 있는 교수학습방법으로 플립러닝이 있다(허준영, 한수민, 2016; Newman, Deyoe, Connor, & Lamendola, 2014). Bates와 Galloway(2012)는 플립러닝을 학습자들이 수업 시간 중 보다 적극적으로 학습 활동에 참여할 수 있도록 강의실 밖에서 인지적인 내용을 습득하는 교수 방법으로 정의하였다. 즉, 수업 전에는 개별학습을 통해 개념을 이해하고 수업 시간에는 다양한 학습자 중심 활동들에 참여할 수 있다는 것이 플립러닝의 장점이라 할 수 있다. 이처럼 플립러닝이 개념 이해와 실습의 연결에 초점을 맞춘다는 점은 개념 이해를 바탕으로 실제적 문제 해결을 강조하는 공학교육의 궁극적인 목적(The Royal Academy of Engineering, 2006)과 맥을 같이 한다. 따라서, 플립러닝은 공학교육에서 적합한 교수학습방법으로 활용될 수 있다. 선행연구들은 공학교육에서 플립러닝이 개념 이해를 촉진시키고, 학습자 참여를 높이며 문제해결 역량을 함양시킨다고 밝힌 바 있다(Clark, et al.,

Received August 13, 2018; Revised January 18, 2019

Accepted January 22, 2019

† Corresponding Author: dreamer302@gmail.com

2016a; Schrlau, Stevens, & Schley, 2016).

그러나 이와는 상반되게 플립러닝이 학습에 유의미한 효과가 없다는 연구 결과도 있다(최정빈, 김은경, 2015; 허준영, 한수민, 2016). 단순히 플립러닝을 실행하는 것이 학습 효과를 보장하지 않는다는 것이다. 선행연구들은 공학교육에서 플립러닝이 효과적으로 운영되기 위해서는 강의실 안과 밖 활동들이 유기적으로 연결되어야 한다고 제안한다(장은정, 최명숙, 2017; 한형중, 임철일, 한송이, 박진우, 2015).

플립러닝에서 강의실 안과 밖의 활동들을 체계적으로 연결하는 방법으로 최근 Merrill(2012)의 교수 으뜸원리(First Principles of Instruction)가 주목받고 있다(예: Hoffman, 2014; Lo & Hew, 2017). Merrill(2012)은 그의 저서 「교수 으뜸원리」에서 효과적(effective)이고 효율적(efficient)이며 매력적인(engaging) 수업을 만들기 위한 원리와 전략들을 소개하고 있다. 교수 으뜸원리는 다른 어떤 교수 활동보다도 가장 먼저 '문제(problem)'가 제시되어야 한다는 것이 특징으로, 교수 으뜸원리를 플립러닝에 적용하는 아이디어는 Hoffman(2014)에 의해 제안되었다. 이후 Lo와 Hew(2017)는 교수 으뜸원리를 활용하여 플립러닝 모델을 정교화한 모델을 제안하고 이를 실제 수업에 적용한 결과를 보고하였다. 교수 으뜸원리는 교수(instruction) 활동의 한 사이클로 이해될 수 있는데(이성혜, 2016), Lo와 Hew(2017) 역시 플립러닝에서 교수 으뜸원리를 적용하는 절차에 대해 설명하였다. 이처럼 플립러닝의 효과적 설계와 운영에 있어 교수 으뜸원리를 고려한 연구가 제안되고 있으나, 아직까지 대학 공학교육 맥락에서 교수 으뜸원리를 플립러닝에 적용한 연구는 찾아보기 어렵다.

이에 본 연구는 공학교육 맥락에서 교수 으뜸원리를 플립러닝에 적용한 모델과 교수 전략을 제안함으로써 공학교육 이론과 실천의 범위를 확장시키고자 하였다. 이와 같은 목적에 따른 연구문제는 다음과 같다. 첫째, 공학교육에서 교수 으뜸원리를 적용한 플립러닝 모델은 무엇인가? 둘째, 공학교육에서 교수 으뜸원리를 적용한 플립러닝에 적용될 수 있는 교수 전략은 무엇인가?

II. 선행연구 분석

1. 공학교육과 플립러닝

공학교육의 핵심은 학습자들이 아이디어의 발산과 실현을 위해 공학적 기술을 활용하여 제품과 시스템을 고안·설계·실행·운영하는 과정들을 경험할 수 있는 기회를 제공하는 것이다(Crawley, Malmqvist, Lucas, & Brodeur, 2011). 이 과정에서 학습자들은 전공 지식을 습득하는 것은 물론 창의적으로 문

제를 발견하고 해결하는 능력을 함양할 수 있다. 이처럼 공학교육은 대학교육과 공학 현장을 연결함으로써 기존의 결과 및 기술 중심 교육에서 벗어나 과정과 맥락 중심 교육으로 변화하고자 노력하고 있다(박수홍, 정주영, 류영호, 2008; 임경화, 안정현, 2016). 이에 따라 공학교육에서는 학습자가 현장의 문제를 협력적으로 탐구하고 해결안을 제시해보는 학습자 중심의 교수학습 접근이 강조되고 있으며, 학습자 중심의 실제 문제해결과 실습을 가능하게 하는 교수학습방법 중 하나로 플립러닝이 주목받고 있다(허준영, 한수민, 2016).

Dianna, Kenneth, Meghan과 Jessica(2013)는 공학 수업에서 적용할 수 있는 플립러닝 모델로 학습자들이 사전에는 공학 기초 지식을 학습하고, 수업 중에는 능동적으로 문제해결을 할 수 있도록 플립러닝의 사전, 사후 활동을 구조화한 모델을 제안하였다. 허준영과 한수민(2016) 역시 공학 수업에서 학습자들이 실습할 시간이 턱없이 부족함을 문제점으로 지적하며, 실습에 필요한 지식은 온라인 사전 학습으로 습득하고 강의실에서는 실습 중심의 활동을 진행할 수 있는 플립러닝이 공학 수업에서 대안적 교수학습방법이 될 수 있다고 하였다.

공학교육에서 플립러닝을 적용한 실증 연구들(예: 김세영, 강민정, 윤성혜, 2017; 여형석, 박영택, 2017; 임경화, 안정현, 2016; 정성희, 박민정, 2017; 최정빈, 강승찬, 2016; 허준영, 한수민, 2016)은 학습자들의 수업 만족도, 플립러닝 선호도, 수업 참여도, 몰입, 문제해결 능력 등이 향상되었다고 보고하였다(임경화, 안정현, 2016; 정성희, 박민정, 2017; 허준영, 한수민, 2016). 그러나 학업성취도에 있어서는 상반된 결과들이 보고되기도 하였다(최정빈, 김은경, 2015; 허준영, 한수민, 2016). 또한, 선행연구들은 성공적인 플립러닝을 위해 필요한 전략으로 온라인 사전 학습에 대한 학습자들의 충실한 학습과 강의실 수업에서 학습자들의 참여를 이끄는 것(허준영, 한수민, 2016), 온라인 학습과 오프라인 학습의 유기적인 연결을 제안하였다(김세영 외, 2017).

이처럼 공학교육에서 플립러닝을 적용하는 것에 대한 긍정적인 연구 결과들이 보고됨에 따라 플립러닝은 빠르게 확산되고 있으며, 유니스트와 카이스트 등 국내 주요 공학 중심 대학들은 정책적으로 플립러닝을 공학 수업에 적용하는 데에 앞장서고 있다.

2. 플립러닝과 교수 으뜸원리

교수 으뜸원리는 효과적, 효율적, 매력적인 수업을 설계하고 실행하기 위해 가장 먼저 살펴보고 적용해야 하는 기본적인 교수 원리들로(Merrill, 2012), Table 1과 같이 다섯 가지 원리로 구성되어 있다. 선행연구들은 수업에 교수 으뜸원리들을 적

용했을 때 문제해결 능력, 만족도 등이 향상되었다고 보고하고 있다(김연순, 정현미, 2013; 이성혜, 2016).

Table 1 First Principles of Instruction (Merrill, 2012)

원리	내용
문제 중심 원리	학습자들이 실제적인 문제 해결에 참여할 때 학습이 일어난다. 이 원리는 모든 교수 전략들이 문제에 근간하여 설계되어야 하기 때문에 다섯 가지 원리들 중에서도 가장 핵심적인 원리라 할 수 있다.
활성화 원리	새로운 지식의 기초로서 기존 지식이 활성화될 때 학습이 촉진된다.
시연 원리	새로운 지식이 학습자에게 시연될 때 학습이 촉진된다.
적용 원리	학습자가 새로운 지식을 적용해볼 때 학습이 촉진된다.
통합 원리	학습자가 새로운 지식을 자신의 지식과 통합할 때 학습이 촉진된다.

교수 으뜸원리는 일반적으로 다양한 교수학습방법에 광범위하게 적용할 수 있는데, 특별히 모든 교수 활동들이 문제를 중심으로 이루어져야만 한다는 점에서 플립러닝에 효과적으로 적용될 수 있다. 교수 으뜸원리를 플립러닝 설계에 적용한 것을 처음으로 제안한 Hoffman(2014)의 연구는 교수 으뜸원리를 플립러닝에 적용하면 학습자들의 이해도와 흥미가 향상될 수 있음을 보여주었지만, 플립러닝의 흐름과 구체적인 교수 전략을 제시하지는 못했다는 한계가 있다.

한편, 김윤영과 정현미(2017)는 Merrill의 Pebble-in-the-Pond 모델 설계 절차에 따라 플립러닝을 설계하였다. 그들은 플립러닝을 3주 동안 운영하면서 1주차에는 온라인 수업에서 시연 문제, 1주차와 2주차에 오프라인 수업에서 시연과 적용 문제, 3주차에는 오프라인 수업에서 적용 문제, 즉 총 4개의 실제적 문제를 설계·제시하였다. 수업이 진행될수록 문제의 복잡도와 난이도가 점차 높아지기 때문에 문제중심 원리는 교수 활동들에서 핵심적인 역할을 하였다. 이들의 연구는 플립러닝에 교수 으뜸원리를 적용할 때 문제 설계의 중요성을 보여주었으나, 온라인 수업을 위한 보다 구체적인 원리들과 통합 원리가 적용된 활동들에 대한 전략에 대한 제시는 부족하였다는 한계가 있다.

최근 교수 으뜸원리를 플립러닝에 적용한 연구로 Lo와 Hew(2017)가 있다. 그들은 교수 으뜸원리를 활용한 플립러닝 모델을 Fig. 1과 같이 제안하고, 이 모델을 학습자 수준이 다른 2개의 고등학교 수업에 적용하였다. 연구 결과, 학습자의 수준과 상관없이 모든 수업에서 유의미한 학습 성과가 나타났다. 실험에 참여한 교사들은 교수 으뜸원리가 플립러닝을 설계하는 데 있어 구체적인 가이드라인을 제공해준다고 하였다. 이들의 연구는 연구자와 교사 모두에게 구체적인 지침을 제공해주었다는 데 의의가 있다.

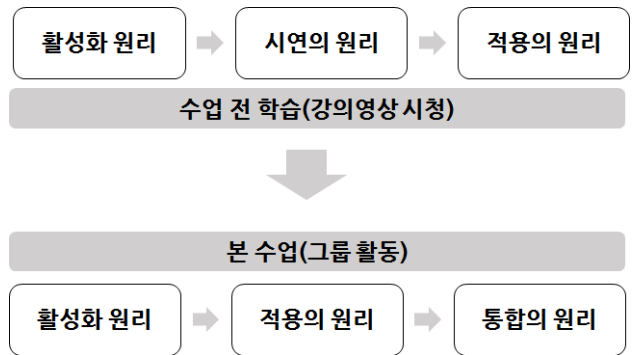


Fig. 1 The flow of a flipped classroom using First Principles of Instruction suggested by Lo and Hew (2017)

그러나 Lo와 Hew(2017)의 연구는 수업 후 활동들이 플립러닝에서 중요하고 의미있는 과정임에도 불구하고(Kong, 2014; Mok, 2014), 수업 후 활동들을 어떻게 구성해야 하는지에 대한 모델과 전략들까지는 제시하지 못하였다는 제한점이 있다. 또한 교수 으뜸원리에서 가장 우선이 되는 문제중심 원리에 대한 구체적인 전략들도 제시되지 않았다.

III. 연구 방법

1. 연구 절차

교수 으뜸원리에 기반, 공학교육에 적합한 플립러닝 모델 및 교수 전략을 도출하기 위하여 Fig. 2와 같이 3단계에 걸쳐 연구를 수행하였다. 1단계에서는 교수 으뜸원리에 기반한 플립러닝 모델에 관한 선행연구(김윤영, 정현미, 2017; Hoffman, 2014; Lo & Hew, 2017)를 검토하여 플립러닝 모델 및 교수 전략의 초안을 도출하였다. 이를 바탕으로 2단계에서는 2인의 전문가 집단을 구성하여 플립러닝 모델 및 교수 전략 초안의 타당성을 검토하였다. 마지막으로, 3단계에서는 전문가 검토 결과를 반영하여 최종적으로 수정된 플립러닝 모델 및 교수 전략을 도출하였다.

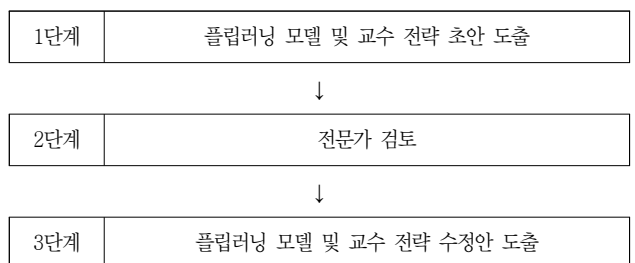


Fig. 2 Process of developing flipped learning model and teaching strategies

2. 연구 대상

본 연구에서 공학교육에서 교수 으뜸원리에 기반한 플립러닝 모델과 교수 전략을 도출하기 위해 2명의 전문가로부터 타당도를 검토받았다. 전문가 집단으로는 교수설계, 특히 플립러닝 모델 및 교수 으뜸원리에 대한 타당성 검토를 위해 교육공학 전공 교수 1인, 공학교육 맥락에 초점을 맞춘 플립러닝 모델 및 교수 전략에 대한 타당성 검토를 위해 공학교육에서 실제 플립러닝 수업을 운영한 경험이 있는 공과대학 교수 1인을 선정하였다. 전문가의 구체적인 전문성은 Table 2와 같다.

Table 2 The expertise of the subject to examine the validity

분야	성명	소속/직위	경력	관련 전문성
교수설계	H	대학 교육공학과 교수	16	• 교육공학 박사 • 교수설계관련 강의 및 연구
공학/공학교육	Y	대학 공과대학 교수	17	• 컴퓨터교육학 박사 • 공학 및 공학 교수법 관련 강의 및 연구

IV. 교수 으뜸원리를 적용한 수정된 플립러닝 1차 모델 및 전문가 검토 결과

선행연구 분석을 바탕으로 Lo와 Hew(2017)의 모델을 수정한 1차 모델은 Fig. 3과 같다. 또한, 1차 교수 전략은 문제중심 원리를 가장 우선적으로 고려해야 하는 교수 전략으로 보고 문제 설계 전략을 제시하였으며, 수업 전 학습, 본 수업, 수업 후 학습의 활동들을 교수 으뜸원리에 따라 제안하되 공학교육에서 강조되는 절차 지식의 중요성을 고려하여 개념 지식과 절차 지식으로 구분하여 제안하였다.

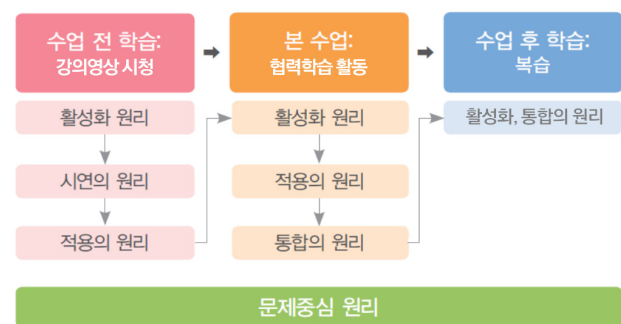


Fig. 3 Primary revised flipped learning model

개발된 1차 모델과 교수 전략에 대해 전문가들에게 타당성을 검토 받았으며, Table 3과 같이 제안된 의견을 바탕으로 모델과 교수 전략을 수정·보완하여 최종 모델 및 교수 전략을 도출하였다.

Table 3 Expert review comments and corrections on the primary model and teaching strategies

구분	제안사항	수정사항
모델	• 수업 전 학습으로 '강의영상 시청'이 있는데, 학습자들이 꼭 동영상 시청만 할 필요는 없고 동영상 제작해야 한다는 교수자의 부담을 줄여주도록 수정할 것	• 기존에 전문가들에 의해 제작된 MOOC 등의 동영상 포함하여 다양한 형태의 자료 학습이 가능하도록 '강의 자료(영상 등) 학습'으로 수정함
	• 본 수업으로 협력학습 활동만 제안되었는데, 일반적으로 모든 수업에서 팀 활동을 적용하기는 어려우므로 이를 포괄하는 활동을 제시할 것	• 본 수업 활동으로 협력학습과 상호교수 활동을 모두 포괄할 수 있는 문제해결 활동으로 수정함
	• 교수 으뜸원리는 순차적이므로, 마지막 수업 후 통합의 원리로 끝맺음 할 것	• 수업 후 활동을 '통합의 원리'로 수정함
교수 전략	• 문제 설계 전략에서 문제의 특징들을 설명할 것	• 문제의 특징인 비구조화, 복잡성, 실제성을 추가함
	• 수업 전 학습 시연 전략에서 예시 뿐만 아니라 비예시도 제공해줄 수 있음	• 수업 전 학습 시연 전략에서 예시와 비예시(반례)를 함께 제공하는 것으로 수정함
	• 수업 중 절차 지식을 학습할 때 팀을 구성하여 협력적으로 문제 해결할 수 있는 기회를 줄 수 있음	• 협력적 문제 해결을 위한 복잡한 문제를 제공해주는 전략을 추가함

V. 교수 으뜸원리를 적용한 수정된 플립러닝 최종 모델 및 교수 전략 도출

전문가들의 검토 의견을 반영하여 수정한 최종 모델은 Fig. 4와 같다. 본 연구에서 제안된 최종 모델은 Lo와 Hew(2017)의 원 모델에서 제안된 수업의 흐름을 따르나, 교수 으뜸원리와 관련성에 있어 다음과 같은 두 가지 주요한 차이점이 있다. 첫째, 최종 모델은 교수 활동의 모든 단계가 문제 중심적이어야 함을 명시한다. 이 모델에 따르면 하나의 실제적 문제가 플립러닝의 모든 단계를 관통하며, 난이도와 복잡성에 있어 다양한 작은 문제의 단위들이 각 단계에서 활용된다. 둘째, 최종 모델은 수업 후 학습을 위한 원리를 포함한다. 일반적으로 수업 후 활동

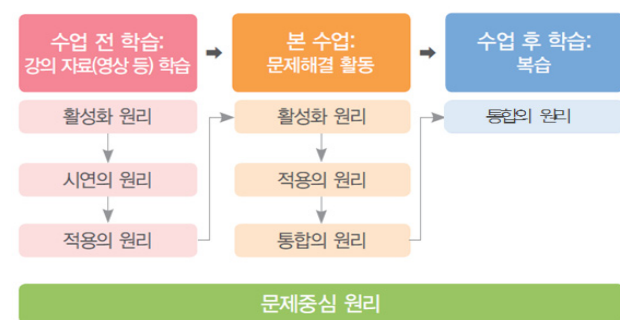


Fig. 4 Final revised flipped learning model

으로는 과제(homework)가 제안되기는 하나(예: Mok, 2014), 교수 으뜸원리를 적용한 플립러닝에서 교육적 효과를 촉진하기 위해서는 수업 후 학습이 보다 구체적으로 적용될 필요가 있다.

최종적으로 도출한 교수 전략은 다음과 같다.

1. 시작: 문제 설계

비록 문제의 설계는 본 연구의 범위를 다소 벗어나지만, 문제는 모든 교수 활동의 중심에 있어야 한다는 점을 고려하여 교수 전략의 앞 단계에 서술하고자 한다. 실제적인 문제는 학습자의 동기를 향상시키는 것으로 알려져 있다(Merrill, 2012). Urquiza-Fuentes와 Paredes-Velasco(2017)는 인간-컴퓨터 상호작용(Human-Computer Interaction)에 관한 공학 수업에서의 실험연구를 진행한 결과, 현실적인 프로젝트가 주어졌을 때에는 학습자들의 동기가 크게 증가하는 반면 비현실적인 활동이 주어진 경우에는 동기가 오르지 않는다는 결과를 보고하였다. 이러한 결과에 관해 Urquiza-Fuentes와 Paredes-Velasco는 학습자들이 실제상황과 유사한 프로젝트를 실제 전문가들의 환경과 유사한 환경으로 인식하기 때문이라 설명하였다. 즉, 실제 세계의 문제는 학습자들에게 더 흥미롭고 유익하다고 인식되기 때문에, 학습 참여를 높인다는 것이다. 이예경과 윤순경(2017)의 국내 학습자의 플립러닝 인식에 대한 연구에서도 실제 작업 환경과 유사한 과제가 주어졌을 때 학습자들의 만족도와 효능감이 높아진다는 결과가 보고된 바 있다.

Merrill(2012)은 좋은 문제란 실제 상황을 반영하는 비구조화된 문제라 설명하였다. 공학 분야는 실제 세계의 문제를 주로 다루는 분야이기 때문에, 공학교육에서 교수자들이 실제적 문제를 찾는 것은 비교적 친숙한 일이라 할 수 있다. 그러나 효과적인 플립러닝을 위한 문제는 실제 상황에 기반한 문제 가운데에서도 비구조화되고 복잡한 문제인가에 대한 분석에 기초해 설계될 필요가 있다. Jonassen(1997)은 비구조화된 문제란 목표와 조건이 분명하게 제시되지 않고, 하나가 아닌 다양한 해결 경로가 존재하며, 문제 해결에 필요한 개념이나 규칙, 원리가 불분명하게 제시된다고 설명하였다. 실제 상황에 기반한 다양한 문제 가운데, 교수 으뜸원리에 기반한 플립러닝에서는 ‘비구조화’에 대한 위와 같은 기준에 근거해 문제를 설계할 것이 요구된다. 실제로 여성공학인재 양성 사업 공통연계기능(2018)에서는 컴퓨터 프로그래밍 수업을 플립러닝으로 운영하는 데 있어 문제 중심 원리를 적용하여, 한 학기동안 해결할 문제로 ‘프로그래밍 전문가로서 초보 프로그래머들이 프로그래밍의 기본 개념을 학습하면서 동시에 타이핑 연습을 할 수 있도록 하는 연습 프로그램을 설계 및 개발하라’는 과제가 주어진

바가 있다.

또한, 공학교육에서 교수 으뜸원리에 따른 문제는 여러 단위의 문제가 설계되어야 한다. 김윤영과 정현미(2017)의 연구에서는 플립러닝 설계를 위해서는 각 교수 으뜸원리의 적용을 위한 작은 단위의 문제가 고려되어야 필요가 있음을 언급한 바 있다. 여성공학인재 양성 사업 공통연계기능(2018)의 프로그래밍 수업 또한 작은 단위의 여러 문제들이 수업 전 시연 및 적용 원리, 수업 중 통합 원리를 위해 개발된 사례로 보고되었다.

2. 1단계: 수업 전 학습

일반적으로 플립러닝의 수업 전 학습 단계에서는 개념 지식이 제시된다(한형중 외, 2015). 그러나 공학교육에서는 학습자들이 과정, 즉 ‘어떻게(how-to)’에 대한 지식을 습득하는 것이 중요하기 때문에, 일반적인 수업과는 다른 고려사항이 요구된다. 예를 들어 실험 장비를 어떻게 다룰 것인가, 소프트웨어 개발 툴킷(toolkit)을 어떻게 사용할 것인가와 같은 기본적인 절차적 지식을 수업 전 학습에서 배제하기 어렵다. 그러므로 수업 전 학습에서 내용 지식과 절차 지식 모두를 위한 교수 전략이 요구된다.

Table 4 Suggestions of instructional strategies for pre-class in engineering education

	개념 지식	절차 지식
활성화 원리	• 새로운 아이디어나 개념은 학습자의 사전 지식이나 경험과 연결하여 설명한다.	• 새로운 아이디어나 개념은 학습자의 사전 지식이나 경험과 연결하여 설명한다.
시연 원리*	• 예시는 비예시(반례)와 함께 제공한다. • 문제를 어떻게 해결하는지를 보여준다.	• 실험 기구나 소프트웨어를 어떻게 작동하는지를 보여준다.
적용 원리*	• 퀴즈를 제공한다. • Q&A 게시판을 이용하여 피드백을 제공한다.	• 절차에 관한 예제를 보여준다. • 단순한 과제를 제공하여 수업 전에 해결할 수 있도록 한다. • Q&A 게시판을 이용하여 피드백을 제공한다.

* 사전에 설계된 문제가 필요한 교수 전략

수업 전 학습 단계에서 각 교수 원리를 적용한 교수 전략을 구체적으로 살펴보면 다음과 같다(Table 4). 우선 활성화를 위한 전략은 새로운 아이디어나 개념의 설명과 관련되는데, 이때에는 친숙하지 않은 지식을 학습자의 사전 지식이나 경험과 연결하여 제공한다. 공학 전공기초 실습 수업에서 플립러닝을 설계, 적용한 허준영과 한수민(2016)도 특히 전공 분야에 대한 지식이 거의 없는 신입생들을 위한 개론 수업에서는 친숙하지 않은 개념을 학습자의 경험과 관련짓는 것이 매우 효과적임을

언급하였다. 이와 같은 전략은 개념적, 절차적 지식 모두에 해당하는데, 다만 절차적 지식의 경우 수행의 단계나 활동 순서에 초점을 맞추어 학습자의 사전 지식이나 경험을 활성화할 필요가 있다. Merrill(2012)은 ‘~에 대한 방법(how-to)’으로 일컬어지는 절차적인 스킬에 대한 교수방법을 수행에 필요한 단계에 초점을 맞추어 설명한 바 있다. 예를 들어 실습 과정과 유사한 단계에 따라 이루어졌던 다른 실습의 내용을 상기할 수 있도록 할 수 있다.

다음으로 시연을 위한 전략은 다음과 같다. 우선 개념적 지식의 경우, 잘 알려진 전략으로는 예시와 비예시를 함께 제공하는 것과 단순한 문제를 해결하는 과정을 보여주는 것이 있다. 이러한 전략은 공학교육 뿐 아니라 다양한 분야에서도 잘 적용되는 것으로 알려져 있다. 그러나 절차적 지식을 강화하기 위한 교수 전략으로써 실험 기구나 소프트웨어를 어떻게 작동하는지를 보여주는 것은 그 학습 효과 뿐 아니라 본 수업을 위한 활동에 친숙해지도록 하기 때문에 시간을 절약하는 효과가 있다. 허준영과 한수민(2016) 또한 기계를 활용하는 방법을 학습자에게 미리 온라인 강의를 통해 보여주는 전략을 소개한 바가 있으며, 여성공학인재 양성 사업 공통연계기능(2018)에서도 사전 온라인 강의를 통해 소프트웨어 개발 툴킷을 어떻게 사용하는지에 대한 시연을 제공하는 전략을 소개하였다.

적용을 위한 전략으로 가장 잘 알려진 전략은 퀴즈라 할 수 있다(예: 최정빈, 김은경, 2015; 한형중 외, 2015). 그러나 특히 공학교육에서는 개념적 지식과 절차적 지식을 위해 서로 다른 퀴즈 제공 방식이 사용될 수 있다. 예를 들어 학습자가 개념에 대한 이해를 확인할 수 있도록 하기 위해 선다형 퀴즈가 제공될 수 있지만, 절차적 지식의 측면에서 예제(worked example) 또는 학습자가 직접 연습해 볼 수 있도록 하는 과제가 제공될 수 있다. 이는 학습자들이 새롭게 획득한 지식을 적용하는 데 도움을 줄 수 있다. 특히 예제의 경우 공학교육에서 절차적 지식의 전달을 위해 효과적인 방식으로 알려져 있다(예: Moreno, Reisslein, & Ozogul, 2009). 한편, 적용을 위해서는 개념적, 절차적 지식 모두 교수자로부터의 피드백을 제공하는 것이 중요하기 때문에 온라인 질의응답(Q&A) 게시판을 활용하는 것이 추천된다.

3. 2단계: 본 수업

플립러닝의 주요한 장점으로는 본 수업 단계에서 학습자들의 협력을 위한 기회와 시간을 제공한다는 점이 있다(최정빈, 김은경, 2015). 그러므로 본 수업을 위한 교수 전략은 주로 협력 활동에 초점을 둔다(Table 5).

Table 5 Suggestions of instructional strategies for in-class in engineering education

	개념 지식	절차 지식
활성화 원리	• 사전 경험에 대한 동료 간 공유 활동	• 사전 학습 온라인 강의 또는 학습 자료에 대해 개요 제공
적용 원리	• 사전 학습과 관련하여 학습자가 제시한 질문에 대한 토론 활동	• 협력적 문제 해결을 위한 복잡한 문제를 제공하거나 주별 과제로 제공
통합 원리*	• 피드백 제공	• 피드백 제공

* 사전에 설계된 문제가 필요한 교수 전략

본 수업에서도 수업 전 학습 단계에서 학습한 내용에 대해 활성화할 필요가 있는데, 이는 비교적 짧은 시간에 이루어진다. 개념적 지식의 경우, 2-3명의 소집단을 이루어 새로운 개념과 관련된 각자의 사전 경험을 공유하는 활동을 할 수 있으며, 절차적 지식의 경우 수업 전 학습 단계에서 제시되었던 단계나 행동을 되짚어 봄으로써 문제 해결 활동에 보다 자연스럽게 참여하도록 이끌 수 있다.

적용과 통합을 위한 교수 전략은 수업 전 학습에서 획득한 지식을 실제적 문제 해결에 적용하는 데 중점을 둔다는 점에서 밀접하게 관련된다. 개념적 지식의 경우 학습자들이 사전에 미리 질문을 만들도록 한 후, 해당 질문에 대해 토론하는 활동을 제공할 수 있다. 예를 들어, 수업 전 학습 내용과 관련하여 난이도가 서로 다른 3-4개의 질문을 만들도록 하거나, 이해가 어려운 내용에 대해 질문하도록 하여 학습자간 토론을 진행할 수 있다. 절차적 지식의 경우, 복잡한 문제를 중심으로 하는 교수 전략이 제공될 수 있는데, 여성공학인재 양성 사업 공통연계기능(2018)에서는 학습자들이 매주 협력적으로 컴퓨터 프로그램을 개발하거나 수정하는 활동을 본 수업에서 진행한 바가 있다. 해당 사례에서는 학습자들이 매주 새롭게 배우는 지식을 하나의 산출물 개발에 적용해 나감으로써 한 학기에 걸쳐 자신의 지식을 점차적으로 정교화 하도록 하였다. 이와 같이 반복적인 프로토타이핑(prototyping)과 개선(refinement)은 공학에서 매우 중요하기 때문에(Bhatt, Tang, Lee, & Krovi, 2008), 주차가 진행됨에 따라 정교화 되어가는 연습의 과정은 실제 세계와 유사할 뿐 아니라 학습자들이 자신의 이해를 강화할 수 있도록 하는 기회를 제공하기 때문에 효과적이라 할 수 있다. 마지막으로, 개념적, 절차적 지식 모두 교수자로부터의 피드백이 제공되어야 한다.

4. 3단계: 수업 후 학습

수업 후 학습의 2가지 주요 기능은 먼저 본 수업에서 얻은 지식을 정교화 및 강화하는 한편, 다음 수업에서 배울 지식과

연결할 수 있도록 하는 것이다. 이러한 목적을 위해 일반적으로는 퀴즈 또는 과제가 제공된다(예: Clark, Kaw, & Basterfield-Sacre, 2016). 그러나 교수 으뜸원리를 적용한 플립러닝 수업에서는 수업 후 학습이 수업 전 학습 및 본 수업의 학습 자료와 연계(aligned)될 수 있도록 해야 한다(Table 6).

Table 6 Suggestions of instructional strategies for post-class in engineering education

	개념 지식	절차 지식
통합 원리	개념도 활동을 과제로 제공	프로토타입 개선을 과제로 제공

이 단계에서는 통합 원리를 위한 교수 전략이 고려되는데, 개념적 지식의 경우 개념도가 제공될 수 있다. 개념도란 여러 개념들 간의 관계를 시각적으로 표상하는 것으로써 공학교육에서 잘 적용되는 교수법으로 알려져 있다(Borrego, Newswander, McNair, McGinnis, & Paretti, 2009). 특히, 공학 설계 수업에서 개념도 활동을 활용하면 문제 해결을 위해 필요한 개념들 간의 관계를 시각적으로 표현할 수 있고, 이를 통해 지식을 통합하고 새로운 아이디어의 발상을 촉진할 수 있다(Fosmire & Radcliffe, 2013). 절차적 지식을 위한 교수 전략으로는 본 수업에서 제시한 바와 같이, 매 주차별로 프로토타입을 개선해 나가는 과제를 수업 후에도 진행하도록 함으로써 수업 전 학습 및 본 수업 단계에서 학습한 지식을 재활성화하고 실제적 문제를 통해 다시 통합하는 기회를 제공할 수 있다.

VI. 결 론

본 연구에서는 플립러닝 모델과 교수 전략을 제안하고자 하였으며, 플립러닝의 각 단계에서 이루어지는 교수 학습 활동을 조직화하기 위해 Merrill(2012)의 교수 으뜸원리를 적용하였다. 구체적으로 Lo와 Hew(2017)에 의해 제안된 플립러닝 프레임워크를 공학교육의 목적을 고려하여 수정하였으며, 플립러닝의 각 단계에서 사용될 수 있는 총 15개의 교수 전략을 기술하였다.

본 연구의 주요 시사점은 공학교육의 실천에 대한 기여에 있다. 본 연구는 실제 교육 현장에서 곧바로 적용할 수 있는 구체적인 전략을 제시하고자 하였다. 또한 본 연구는 공학교육에서 활발히 적용되고 있는 플립러닝 모델, 그리고 교수 활동의 기본 원리를 체계적으로 제시한 Merrill(2012)의 교수 으뜸원리를 하나의 모델로 통합하였다는 점에서 이론적 발전에 기여하고자 하였다.

그러나 본 연구는 방법론적 측면에서 다음과 같은 제한점이 있다. 새로운 모델의 수용을 위해서는 반복적인 실행과 평가가

필요하다는 점을 고려하면, 후속연구에서는 실제 공학교육 맥락에 본 모형과 교수 전략을 적용해보는 사례 연구, 실험 연구 등 교수자와 학습자 대상의 실증 연구를 통해 질적·양적 데이터를 수집, 분석함으로써 모델을 타당화할 것이 요구된다.

이 논문은 2018년도 교육부의 재원으로 한국연구재단의 여성공학인재 양성(WE-UP) 사업 지원을 받아 연구되었음 (No.2016H1D6A1927414).

이 논문은 2018년 EdMedia + INNOVATE Learning 국제학술대회 발표 자료를 수정, 보완한 것임.

참고문헌

- 김세영, 강민정, 윤성혜 (2017). 대학수업에서 적용된 플립러닝의 만족도에 대한 학업적 자기조절, 자기결정성 동기, 몰입의 예측력. *학습자중심교과교육연구*, 17(5), 91-109.
- 김연순, 정현미 (2013). Merrill의 수업기본원리를 적용한 면대면 수업의 설계 및 효과. *교육공학연구*, 29(3), 599-636.
- 김윤영, 정현미 (2017). 수업기본원리를 적용한 플립드 러닝의 설계 및 효과. *교육공학연구*, 33(2), 295-326.
- 박수홍, 정주영, 류영호 (2008). 창의적 공학교육을 위한 캡스톤 디자인(Capstone Design) 교수활동지원모형 개발. *수신해양교육연구*, 20(2), 184-200.
- 박신영, 이윤소, 김경연, 강승찬 (2018). 공과대학생의 창의공학설계능력 교육요구도 분석. *공학교육연구*, 21(2), 7-16.
- 여성공학인재 양성 사업 공통연계기능 (2018). *WE Teaching UP: 창의적인 공학인재 양성을 위한 세 가지 교수법*. 서울: 여성공학인재 양성 사업 공통연계기능.
- 여형석, 박영택 (2017). 플립드 러닝과 마인드 원터링이 아이디어 창출에 미치는 영향: SIT와 BCC의 활용을 중심으로. *공학교육연구*, 20(5), 23-33.
- 이성혜 (2016). 대학생이 지각하는 Merrill의 제1교수원리가 수업에 적용된 정도가 학습자의 인지적 참여에 미치는 영향. *교육공학연구*, 30(1), 77-103.
- 이예경, 윤순경 (2017). 학습자의 경험 분석을 통한 플립 러닝의 재해석. *공학교육연구*, 20(1), 53-62.
- 임경화, 안정현 (2016). 공학생의 문제해결력 향상을 위한 질문생성 전략 활용 플립러닝 수업 설계. *한국실천공학교육학회 논문지*, 8(2), 75-81.
- 정성희, 광민정 (2017). 이공계형 플립러닝 모델이 학습자 인식, 자율성, 수업 흥미도 향상에 미치는 연구. *학습자중심교과교육연구*, 17(2), 353-376.

12. 장은정, 최명숙 (2017). 대학 플립드 러닝 수업에 대한 전문대 학생의 온라인-오프라인 학습 인식 분석. *교육정보미디어연구*, 23(4), 891-917.
13. 최정빈, 강승찬 (2016). 성공적인 Flipped Learning을 위한 수업컨설팅 요소 및 절차 연구. *공학교육연구*, 19(2), 76-82.
14. 최정빈, 김은경 (2015). 공과대학의 Flipped Learning 교수학습 모형 개발 및 교과운영사례. *공학교육연구*, 18(2), 77-88.
15. 한형중, 임철일, 한송이, 박진우 (2015). 대학 역전학습 온,오프라인 연계 설계전략에 관한 연구. *교육공학연구*, 31(1), 1-38.
16. 허준영, 한수민 (2016). 공학전공기초실습에 플립러닝 적용사례. *한국실천공학교육학회논문지*, 8(2), 83-89.
17. Bates, S. P., & Galloway, R. K. (2012). The inverted classroom: what it is, why we need it and what it might look like. Keynote at the EUSA Inspiring Teaching Conference 25th Jan 2012, University of Edinburgh. [Accessed 6 November 2018] Retrieved from <https://prezi.com/nq9s0cxfamkt/the-inverted-classroom-what-it-is-why-we-need-it-and-what-it-might-look-like/>
18. Bhatt, R., Tang, C. P., Lee, L. F., & Krovi, V. (2009). A case for scaffolded virtual prototyping tutorial case-studies in engineering education. *International Journal of Engineering Education*, 25(1), 84.
19. Borrego, M., Newswander, C. B., McNair, L. D., McGinnis, S., & Paretti, M. C. (2009). Using Concept Maps to Assess Interdisciplinary Integration of Green Engineering Knowledge. *Advances in Engineering Education*, 1(3). [Electronic source] <http://advances.asee.org/wp-content/uploads/vol01/issue03/papers/ae-vol01-issue03-p05.pdf>
20. Clark, R. M., Besterfield-Sacre, M., Budny, D., Bursic, K. M., Clark, W. W., Norman, B. A., Parker, R. S., Patzer II, J. F., & Slaughter, J. F. (2016a). Flipping engineering courses: a school wide initiative. *Advances in Engineering Education*, 5(3). [Electronic source] Retrieved from <http://advances.asee.org/wp-content/uploads/vol05/issue03/Papers/AEE-19-Flipping-Clark-2.pdf>
21. Clark, R. M., Kaw, A., & Besterfield-Sacre, M. (2016b). Comparing the effectiveness of blended, semi-flipped, and flipped formats in an engineering numerical methods course. *Advances in Engineering Education*, 5(3). [Electronic source] Retrieved from <http://advances.asee.org/wp-content/uploads/vol05/issue03/Papers/AEE-19-Flipping-Kaw.pdf>
22. Crawley, E. F., Malmqvist, J., Lucas, W. A., & Brodeur, D. R. (2011, June). The CDIO syllabus v2.0. An updated statement of goals for engineering education. In Proceedings of 7th International CDIO Conference, Copenhagen, Denmark.
23. Dianna, L. N., Kenneth, A. C., Meghan, M. D., & Jessica, M. L. (2013). Flipping STEM Learning: Impact on Students' Process of Learning and Faculty Instructional Activities. Promoting Active Learning through the Flipped Classroom Model, *IGI Global*, 113-131.
24. Fosmire, M., & Radcliffe, D. F. (2013). Integrating information into the engineering design process. Purdue University Press.
25. Honken, N., Ralston, P. A., & Tretter, T. R. (2016). Self-control and academic performance in engineering. *American Journal of Engineering Education*, 7(2). [Electronic source] Retrieved from <https://www.cluteinstitute.com/ojs/index.php/AJEE/article/view/9831/9925>
26. Hoffman, E. S. (2014). Beyond the flipped classroom: Redesigning a research methods course for e3 instruction. *Contemporary Issues in Education Research (Online)*, 7(1), 51.
27. Jonassen, D. H. (1997). Instructional design models for well-structured and III-structured problem-solving learning outcomes. *Educational Technology Research and Development*, 45(1), 65-94.
28. Kong, S. C. (2014). Developing information literacy and critical thinking skills through domain knowledge learning in digital classrooms: An experience of practicing flipped classroom strategy. *Computers & Education*, 78, 160-173.
29. Lo, C. K., & Hew, K. F. (2017). Using "First Principles of Instruction" to designed secondary school mathematics flipped classroom: The findings of two exploratory studies. *Educational Technology & Society*, 20(1), 222-236.
30. Merrill, M. D. (2012). First principles of instruction. San Francisco: John Wiley & Sons.
31. Mok, H. N. (2014). Teaching tip: The flipped classroom. *Journal of Information Systems Education*, 25(1). [Electronic source] Retrieved from http://ink.library.smu.edu.sg/cgi/viewcontent.cgi?article=3363&context=sis_research
32. Moreno, R., Reisslein, M., & Ozogul, G. (2009). Optimizing worked-example instruction in electrical engineering: The role of fading and feedback during problem-solving practice. *Journal of Engineering Education*, 98(1), 83-92.
33. Newman, D. L., Deyoe, M. M., Connor, K. A., & Lamendola, J. M. (2014). Flipping STEM Learning: Impact on Students' Process of Learning and Faculty Instructional Activities In Keengwe, J., Onchwan, G., & Oigara, J. N. (Eds.), Promoting Active Learning through the Flipped Classroom Model (pp. 113-131). IGI Global.
34. Ozaltin, N. O., Besterfield-Sacre, M., & Clark, R. M. (2015). An Engineering Educator's Decision Support Tool for Improving Innovation in Student Design Projects. *Advances*

in *Engineering Education*, 4 (4). [Electronic source] Retrieved from <http://advances.asee.org/wp-content/uploads/vol04/issue04/Papers/AEE-16-Ozaltin.pdf>

35. Schrlau, M. G., Stevens, R. J., & Schley, S. (2016). Flipping core courses in the undergraduate mechanical engineering curriculum: Heat transfer. *Advances in Engineering Education*, 5(3). [Electronic source] Retrieved from <http://advances.asee.org/wp-content/uploads/vol05/issue03/Papers/AEE-19-Flipping-Schrlau.pdf>
36. The Royal Academy of Engineering (2006). Educating Engineers for the 21st Century: The Industry View. Retrieved from http://www.raeng.org.uk/news/releases/henley/pdf/henley_report.pdf
37. Urquiza-Fuentes, J., & Paredes-Velasco, M. (2017). Investigating the effect of realistic projects on students' motivation, the case of Human-Computer interaction course. *Computers in Human Behavior*, 72, 692-700.
38. World Economic Forum (2016, January, 21). What are the 10 biggest global challenges?. Retrieved from <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/what-are-the-10-biggest-global-challenges/>. [accessed 6 November 2018].

weforum.org/agenda/2016/01/what-are-the-10-biggest-global-challenges/. [accessed 6 November 2018].



임지영 (Lim, JiYoung)

2011년: 이화여자대학교 심리학 학사
 2013년: 동 대학원 심리학 석사
 2016년~현재: 동 대학원 교육공학과 박사과정
 관심분야: 공학교육, 협력학습, 자기조절, 컴퓨터기반협력학습(CSCL)

E-mail: jylim.edu@ewhain.net



김세영 (Kim, Seyoung)

2004년: 이화여자대학교 교육공학과 학사
 2006년: 동 대학원 교육공학과 석사
 2016년: 동 대학원 교육공학과 박사
 2017년~현재: 이화여자대학교 여성공학인재 양성 사업단 연구교수

관심분야: 공학교육, MOOC, 기업가정신 교육

E-mail: dreamer302@gmail.com