

# A Flipped Classroom Model For Algorithm In College

Su-Hyun Lee\*

## Abstract

In recent years there has been a rise in the use and interest of the flipped learning as a teaching and learning paradigm. The flipped learning model includes any use of Internet technology to enrich the learning in a classroom, so that a professor can spend more time interacting with students instead of lecturing. In the flipped model, students viewed video lectures online outside of class time. Students then performed two kinds of assignments, a teamwork assignment and an individual work assignment, through the class time.

In this paper, we propose a flipped educational model for a college class. This experimental research compares class of college algorithm using the flipped classroom methods and the traditional lecture-homework structure and its effect on student achievement. The result data of mid-term exam and final exam were analyzed and compared with previous year data. The findings of this research show that there was not a significant difference in the scores of student between two lecturing methods. The survey result and lecture evaluation by students show that students are in favor of the flipped learning.

▶ Keyword: Flipped learning, Algorithm class, Education model

## I. Introduction

최근 거꾸로 학습(flipped learning)이라는 학습 모델의 등장으로 교육에 패러다임 변화가 일어나고 있다. 거꾸로 교실 모델은 교수가 강의보다는 학생들과의 상호 작용에 더 많은 시간을 보낼 수 있도록, 학습을 증진하도록 인터넷 기술을 활용한다 [1,2]. 일반적으로 많이 사용되는 방식은 교수가 만든 학습 동영상을 학생들이 수업 시간 외에 보는 것이다. 교실과 숙제가 뒤집어져 있기 때문에 “거꾸로”라고 부른다. 가장 간단한 형태는 집에서 교수가 만든 동영상으로 학습하고 교실에서는 숙제를 수행하는 방식이다. 인터넷 및 통신 기술과 학습 관리 시스템의 확산과 함께, 많은 대학 및 교수가 거꾸로 학습에 관심이 많다[3-5].

대학에서 알고리즘 과목은 가르치는데 많은 어려움이 존재하는 과목이다. 알고리즘이 작동하는 원리의 설명과 함께 많은 예시를 보여줘야 하기 때문이다. 또한 수학을 어려워하는 학생의 경우에도 문제가 발생한다. 전통적으로 알고리즘 강의는 강의실에서의 수업하는 모델을 중심으로 구축되었다. 이와 같은 교수 중심의 접근 방법에서 교수는 수업 시간의 대부분을 개별 알고리즘에 대한 설명과 함께 숙제의 질문에 대답하며 수많은 예제를 통해 학생을 이해시킨다. 이러한 방식의 교육에서의 문제점은 충분한 분량의 예제를 다루기에는 시간이 부족하다는 것이며, 학생의 수준에 맞는 학습을 진행할 수 없다는 것이다. 이런 이유로 학생의 학업 성취도가 낮게 될 가능성이 있다. 이

• First Author: Su-Hyun Lee, Corresponding Author: Su-Hyun Lee

\*Su-Hyun Lee(suhyun@sarim.changwon.ac.kr), Dept. of Computer Engineering, Changwon National University

• Received: 2017. 01. 07, Revised: 2017. 01. 20, Accepted: 2017. 01. 26.

• This research is financially supported by Changwon National University in 2015~2016.

• This paper is a revised and extended version of "A Case Study of Flipped Learning in Algorithm Class" which presented in the 53rd KSCI Winter Conference 2016.

에 학생 중심의 접근법으로 수업에서 학생의 참여도를 높이고자 하는 거꾸로 학습이 고려되고 있다[6].

본 논문에서는 컴퓨터공학의 대표적인 교과목인 알고리즘 교과목에 대하여 거꾸로 학습을 적용한 결과를 보여준다. 학생들은 집에서 온라인 콘텐츠로 학습을 하고 수업 시간에는 숙제를 수행하는 방식으로 수업을 진행하였다. 다양한 성과 분석을 통하여 거꾸로 학습이 전통적인 수업에 비하여 동등하거나 또는 더 나은 결과를 보여 주었다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2절에서는 거꾸로 학습의 개념에 대해서 정리하였다. 3절에서는 알고리즘 교과목의 운영에 대해서 설명하였다. 알고리즘 교과목에서 거꾸로 학습을 어떠한 방식으로 적용하였는지를 기술하였다. 4절에서는 거꾸로 학습의 효과성을 분석하였다. 학생들의 강의평가, 설문조사, 시험성적을 통하여 거꾸로 학습이 학생들의 학업에 기여하는지를 알아보았다. 마지막으로 5절에서는 결론을 맺는다.

## II. Preliminaries

### 1. Flipped Learning

2007년 고등학교 과학 선생님이었던 Jonathan Bergman과 Aaron Sams는 체육 활동이나 여행 등으로 인해 수업에 참여하지 못한 학생들에게 강의를 제공할 방법을 찾고 있었다. 그들은 거꾸로 학습이라는 새로운 교육 운동을 만들었다. 2010년 초에 거꾸로 학습 모델에 관심이 있는 교육자를 위한 전문 학습 네트워크가 만들어졌다. 이 네트워크[7]는 교육의 모범 사례뿐 아니라 기술 및 구현에 대한 실용적인 지원을 제공한다.

거꾸로 학습 모델의 가장 일반적인 비판 중의 하나는 교수들 강의 비디오로 대체하는 것이 아니냐는 것이다. 온라인 교육용 비디오의 확산은 교수의 역할을 축소시키는 수단으로 사용될 것이라는 두려움이 있다. 그러나 거꾸로 학습 모델의 가장 중요한 측면은 강의실에서 일어나는 변화이다. 교수는 강의실에서 학생과 함께 실험 및 시뮬레이션 수행, 개별적인 수준별 학습, 학생들 간의 상호학습(peer-to-peer learning)과 같은 고급 학습 활동에 집중할 수 있는 장점이 있다.

거꾸로 학습이 있기 전에 원거리 학습은 교육용 비디오를 사용하여 콘텐츠를 전달했다. 텔레비전과 라디오와 같은 새로운 기술이 교육을 전달하는 데 사용될 수 있다는 생각은 1920년대부터 등장하였다. 개방대학(open university)은 비디오를 사용하여 교육 콘텐츠를 전달하려는 노력들 중에서 가장 성공적인 경우이다. 개방대학은 학생들의 요구를 충족시키기 위해서 최신 기술을 적극적으로 도입하였다. 학생들은 스마트 폰 및 태블릿에서 학습 자료에 액세스할 수 있으며, 학교는 전자 메일 또는 컴퓨터 화상통화를 통해 학생들에게 교수와의 소통을 지원한다.

거꾸로 학습에 관한 또 하나의 오해는 거꾸로 학습이 온라인 과정과 유사하다는 것이다. 개방대학을 비롯한 온라인 학습과의 차이점은 거꾸로 학습 모델은 학생이 교실에서 보내는 대면 시간의 양이 전통적인 방식과 차이가 없다는 점이다. 이러한 점을 염두에 두고, 거꾸로 학습을 정의하면 다음과 같다[2].

거꾸로 학습 모델은 직접적인 내용 학습은 그룹 학습 공간에서 개별 학습 공간으로 이동하고, 그에 따라 그룹 공간은 동적인 대화식 학습 환경으로 전환되어 교수는 개념을 적용하고 주제에 창의적으로 참여하면서 학생들을 안내하는 교육적 접근 방법이다.

### 2. Characteristics of the Flipped Classroom

거꾸로 교실의 형태는 매우 다양하지만 공통된 특징이 있다. "The Flipped Class Manifest"[8]에 소개된 특징은 다음과 같다.

- 학교에서 면대면 상호작용의 시간을 증가하도록 수업에서 정보 전달의 측면을 교실의 밖으로 적극적으로 의도적으로 이동한다.
- 정보 전달은 주로 교사가 만든 온라인 비디오로 이루어진다.
- 교수는 사실을 전달하는 사람이 아닌 이해를 시키기 위한 가이드가 되며 학생은 정보의 저장소가 아닌 능동적인 학습자가 된다.
- 수업 내용에 대한 지속적으로 누적된 자습서가 생성된다.
- 모든 학생들은 필요에 따라 동영상과 다시 볼 수 있다. 이미 내용을 알고 있는 학생은 비디오를 다시 볼 필요가 없다. 이렇게 되면 데이터 수집, 공동 작업 및 응용을 위한 수업 시간이 단축된다.
- 학습자는 필요할 때 주제에 즉각적으로 쉽게 접근할 수 있고, 교수는 학생들의 고등 사고 능력을 확장하는데 더 많은 기회를 가질 수 있다.

## III. Algorithm Class

### 1. 과목개요

알고리즘[9]은 컴퓨터를 이용하여 문제를 해결하는 방법을 배우는 교과목으로 컴퓨터공학에서 반드시 이수해야 하는 매우 중요한 교과목이다. 학습의 내용으로는 다양한 알고리즘의 작동 방법을 이해하고 알고리즘을 실제의 프로그램에서 활용하는 것으로 구성되어 있다.

강좌는 3학년을 대상으로 개설되었으며, 2015년 1학기에 수강인원은 72명, 2016년 1학기에 수강인원은 51명이었다. 다음은 강의계획서에 포함된 교과목 개요의 내용이다.

컴퓨터공학에 있어서 가장 중요한 하나의 주제는 컴퓨터를 이용한 문제풀이이며, 문제풀이의 중심에는 주어진 문제를 어떻게 풀어 나갈 것인가 하는 “알고리즘”이 자리 잡고 있다. 즉, 어떠한 알고리즘을 사용하는가에 따라 문제해결에 있어 처리 시간이나 컴퓨터 리소스의 사용에 큰 차이가 나타나게 된다. 본 강좌에서는 정렬, 탐색, 스트링, 데이터 압축, 기하, 그래프, 수치 및 암호화와 같은 기본적으로 중요한 분야에 대하여 기초 알고리즘과 고급 알고리즘을 학습한다. 또한 다양한 알고리즘 기법과 분석에 관해서도 간략히 소개한다. 본 강좌의 목적은 알고리즘의 중요성을 이해하고, 여러 가지 문제들에 대한 풀이 방법을 이해하고 적절한 알고리즘을 선택하는 방법을 습득하는데 있다.

강의요약과 퀴즈 (15분)
그룹과제 (30분)
개인과제 (20분)
정리 (10분)

강의의 주별 강의 내용은 다음과 같다.

1. 알고리즘의 개요	8. 집합 알고리즘
2. 정렬 알고리즘	9. 그래프 알고리즘
3. 분할정복법	10. 탐욕법
4. 탐색 알고리즘	11. 동적 프로그래밍
5. 스트링 알고리즘	12. 암호화 알고리즘
6. 압축 알고리즘	13. 병렬 알고리즘
7. 기하 알고리즘	14. 어려운 문제

거꾸로 학습을 위해서는 온라인 동영상 강의가 준비되어 있어야 한다. 알고리즘 교과목의 경우는 2009년에 온라인 동영상을 제작하였다가 2014년에 다시 제작하였다. 그림 1은 e-class 시스템에서 제공되고 있는 동영상 강의의 목차이다. 학생들은 집에서 e-class 시스템을 통하여 강의내용을 배우게 된다.

목차명	구분	학습기간	학습시간/통과점수
1주-알고리즘의 개요		2015-03-02~2015-03-04	
2주-정렬 알고리즘		2015-03-06~2015-03-11	
3주-알고리즘 설계기법 1: 분할정복법		2015-03-13~2015-03-18	
4주-탐색 알고리즘		2015-03-20~2015-03-25	
5주-스트링 알고리즘		2015-03-28~2015-04-01	
6주-압축 알고리즘		2015-04-04~2015-04-08	
7주-기하 알고리즘		2015-04-10~2015-04-15	
8주-조합 알고리즘		2015-04-17~2015-04-20	
9주-그래프 알고리즘		2015-04-24~2015-04-29	
10주-알고리즘 설계기법 2: 탐욕법		2015-05-01~2015-05-06	
11주-알고리즘 설계기법 3: 동적 프로그래밍		2015-05-08~2015-05-13	
12주-수리 알고리즘과 암호화 알고리즘		2015-05-15~2015-05-20	
13주-병렬 알고리즘		2015-05-22~2015-05-27	
14주-어려운 문제		2015-05-29~2015-06-03	
보강주		2015-06-08~2015-06-14	
기말고사		2015-06-16~2015-06-16	

Fig. 1. List of Online Contents

2. 수업진행

거꾸로 학습은 강의는 집에서 온라인으로 수강하고 학교에서는 과제나 토론을 수행하는 수업 방식이다. 알고리즘 강의는 1주에 75분씩 2번의 수업으로 이루어진다. 75분의 수업을 다음과 같이 구성하였다.

(1) 온라인 강의 수강

각 주별 강의에는 3~4개의 동영상으로 구성되어 있다. 그림 2는 4개의 강의 내용과 학습 시간을 보여준다.

목차명	구분	학습기간	학습시간/통과점수
1주-알고리즘의 개요		2015-03-02~2015-03-04	
1-1	온라인		24 분
1-2	온라인		52 분
1-3	온라인		27 분
2주-정렬 알고리즘		2015-03-06~2015-03-11	
2-1	온라인		25 분
2-2	온라인		26 분
2-3	온라인		54 분
3주-알고리즘 설계기법 1: 분할정복법		2015-03-13~2015-03-18	
3-1	온라인		26 분
3-2	온라인		35 분
3-3	온라인		45 분
4주-탐색 알고리즘		2015-03-20~2015-03-25	
4-1	온라인		25 분
4-2	온라인		62 분
4-3	온라인		42 분

Fig. 2. List of Videos and the Running Time

(2) Offline 강의 도입부

강의실 수업의 도입부는 온라인 콘텐츠에서 설명이 부족했거나, 학생들의 질문에 대한 답을 하는 시간이다. 해당 주제에 배워야 하는 내용 중에서 가장 중요하다고 생각되는 부분을 다시 설명하여 꼭 필요한 내용을 놓치지 않도록 하였다. 또한 학생들이 동영상 콘텐츠를 제대로 수강하였는지를 점검하기 위하여 간단한 질문으로 구성된 퀴즈를 실시하였다. 그림 3은 퀴즈의 예시이다.

알고리즘 퀴즈 #5 (2016. 4. 5.)  
주제: 스트링 알고리즘

퀴즈

학번: \_\_\_\_\_ 설명: \_\_\_\_\_

1. "스트링 탐색 알고리즘"은 어떤 일을 하는 알고리즘인가?  
답:

2. 다음의 각 질문에 답하십시오. (분량: 3줄 이상)

(1) 라빈-카프 알고리즘  
답:

(2) 호너의 방법  
답:

(3) KMP 알고리즘  
답:

(4) 불일치문자방책  
답:

(5) 단어나무  
답:

Fig. 3. An Example of Quiz

(3) 그룹과제

거꾸로 학습에서는 강의실에서의 토론과 상호작용이 중요한 요소이다. 교수와 학생의 토론내지는 학생과 학생들 사이의 상호 학습이 이루어질 수 있다. 알고리즘 강의에서는 담당교수에 의해서 미리 제공된 문제를 2~3명이 한 팀이 되어 상호 학습을 통하여 주어진 과제를 해결하도록 하였다. 그룹과제는 과제 해결 과정에서 토론을 권장하기 위하여 같은 책상을 사용하는 학생들로 그룹을 구성토록 하였다. 그룹 과제의 해답은 강의 후에 제공하였다. 그림 4는 학생들이 그룹과제를 해결하는 장면이며, 그림 5는 학생들이 제출한 그룹과제의 샘플이다.



Fig. 4. Doing a Group Work

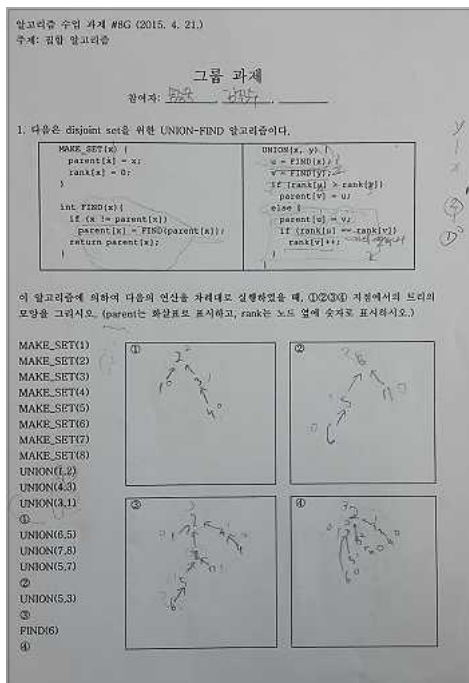


Fig. 5. An Example of Group Worksheet

(4) 개인과제

그룹으로 공부한 내용을 스스로 풀어보면서 학습 내용을 익힐 수 있도록 개인과제를 수행하도록 하였다. 개인과제의 샘플을 그림 6에 보였다. 그룹과제는 평가에 반영하지 않았으나, 개인과제는 일부를 성적에 반영하였다.

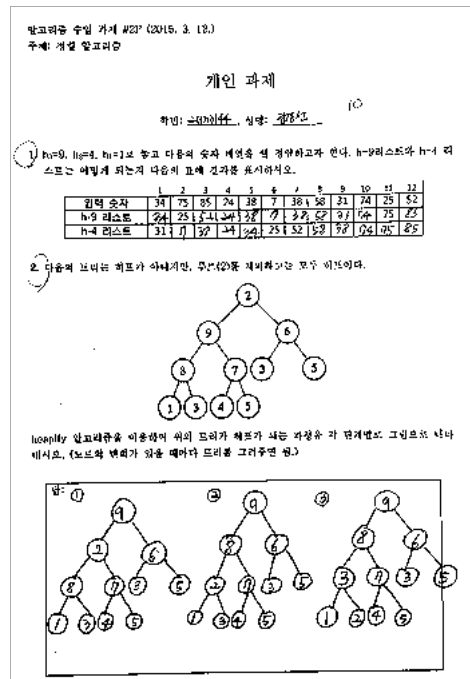


Fig. 6. An Example of Individual Worksheet

IV. Result of the Flipped Learning

1. 강의평가 결과

알고리즘 강의에 대한 학생들의 강의 평가는 5점 만점에 2015년 4.24점, 2016년 4.27점이었다. 이는 이전 해에 비하여 점수가 상향된 것이다. 학생들이 거꾸로 학습으로 인해서 학습이 충실히 이루어졌다고 느꼈음을 나타낸다고 볼 수 있다.

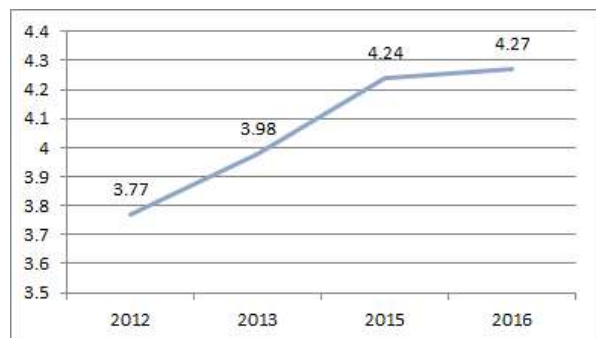


Fig. 7. Lecture Evaluation Scores by Years

강의평가에서 학생들이 자유롭게 의견을 제시한 내용 중에서 일부를 보면 다음과 같다. 학생들이 수업방식에서 좋은 인상을 받았음을 알 수 있다.

- 강의를 먼저 듣고 와서 중요한 점을 되짚어 주고 문제 풀이 하는 형식이 좋았고 언제든지 원하는 시간에 또 들을 수 있는 것이 가장 좋았습니다.
- 도전적인 수업방식이 좋았습니다.
- 인강을 병행하는 수업은 굉장히 도움이 많이 되었습니다. 덕분에 공부하는 시간이 좀 많긴 하였지만, 그덕에 정말 제대로 공부할 수 있었습니다.

## 2. 강의설문

강의평가는 학교 전체적으로 실시되기 때문에 거꾸로 학습의 효과를 진단하기에 부적합하다. 따라서 수업시간에 별도로 설문을 실시하였다. 설문의 문항은 다음과 같다. 5번 문항은 퀴즈에 관한 질문인데, 이는 2016년에 새로이 도입된 문항이다.

1. 강의실에서의 그룹 과제는 본인의 학습에 도움이 되었습니까?
  - ① 매우 도움이 되었다
  - ② 조금 도움이 되었다
  - ③ 별로 도움이 되지 않았다
2. 거꾸로 학습(Flipped Learning; 동영상 콘텐츠로 수강 후 강의실에서 과제로서 학습을 강화하는 방법)에 대한 수업 효과는 일반적인 강의실 전용 수업에 비해서 어느 정도의 효과가 있다고 생각하십니까?
  - ① 전통적인 수업 방식보다 매우 효과가 있다
  - ② 전통적인 수업 방식보다 효과가 조금 더 있다
  - ③ 전통적인 수업 방식과 비슷하다
  - ④ 전통적인 수업 방식이 효과가 더 좋다
3. 거꾸로 학습의 효과에 대한 본인의 의견을 간략히 적어 주십시오.
  - (1) 효과가 있었다고 생각한다면, 그 이유는?
  - (2) 효과가 비슷하거나 없었다고 생각한다면, 그 이유는?
4. (온라인 강의) 동영상 콘텐츠를 평균적으로 1주일에 몇 분을 학습하였습니까?
  - ① 매우 적절하였다
  - ② 조금 적절하였다
  - ③ 별로 적절하지 않았다
6. 알고리즘 강의에 대한 의견이 있으면 자유롭게 적어 주십시오.

설문에 대한 응답을 각 연도별로 정리하면 다음의 표와 같다. 괄호안의 숫자는 응답 인원에서 해당 응답을 한 학생들의 비율이다.

Table 1. Survey Result

Number	Answer	Year 2015	Year 2016
1	①	47 (67.1%)	34 (66.7%)
	②	22 (31.4%)	17 (33.3%)
	③	1 (1.4%)	0
2	①	23 (33.3%)	18 (35.3%)
	②	41 (59.4%)	20 (39.2%)
	③	3 (4.3%)	8 (15.7%)
	④	2 (2.9%)	5 (9.8%)
4	Average	97.5 Min.	97.4 Min.
5	①	-	18 (35.3%)
	②	-	24 (47.1%)
	③	-	9 (17.6%)

1번 문항은 그룹과제에 대한 설문이었다. 응답은 “매우 도움이 되었다”가 67.1%(2015년), 66.7%(2016년), “조금 도움이 되었다”가 31.4%(2015년), 33.3%(2016년)로 대부분의 학생에게 도움이 된 것으로 조사되었다.

2번 문항은 거꾸로 학습의 효과에 대한 설문이었다. 응답은 전통적인 수업 방식보다 “매우 효과가 있다”가 33.3%(2015년), 35.3%(2016년), “효과가 조금 더 있다”가 59.4%(2015년), 39.2%(2016년)로 대부분의 학생들이 거꾸로 학습이 전통적인 수업 방식보다 효과가 있다고 응답하였다. 거꾸로 학습을 도입함으로써 기존의 전통적인 강의방식에 비해서 떨어지지 않는 학습효과를 가져왔다는 점이 매우 긍정적이었다.

다만, 2015년에 비해서 2016년에 “전통적인 수업 방식과 비슷하다”와 “전통적인 수업 방식이 효과가 더 좋다”의 응답이 늘어난 것은 주목할 만하다. 이는 거꾸로 학습자체의 문제라기 보다는 강의실 수업에서의 강의 진행방식에 기인하는 듯하다. 다음의 학생 의견이 2016년에 효과성에 떨어진 원인이 되었다고 생각한다.

- 오프라인 수업 때 인강을 안 듣고 오는 사람들을 기준으로 하는 수업이야 아쉬웠습니다. 강의 계획대로 팀별과제에 좀 더 중점을 두었으면 하는 생각이 들었습니다.

4번 문항은 학생들이 집에서 동영상 콘텐츠로서 공부하는 시간을 조사한 것이다. 연도별로 차이가 없이 평균적으로 97분을 공부한 것으로 조사되었다. 이는 학생들 입장에서는 공부하는 양이 늘어났음을 의미한다. 강의실 수업이었다면 75분이 수업 시간인데, 학생들은 매주 20분씩의 공부를 더한 셈이 된다.

5번 문항은 2016년에 추가된 질문이다. 강의실 수업의 도입 부에서 치러졌던 퀴즈의 적절성에 대한 질문이다. 응답은 “매우 적절하였다”가 35.3%, “조금 적절하였다”가 47.1%로 80% 이상의 학생이 적절하다고 응답하였다.

### 3. 학업성취도 분석

중간고사와 기말고사에서 문항별로 평균 점수를 조사해 봄으로서 학생들의 학업성취도를 조사해 보았다. 알고리즘 교과목을 운영하면서 배웠던 내용 중에서 꼭 알아야 되는 내용이 무엇인지를 알려줌과 동시에 시험의 출제경향을 알려 주려는 목적으로 최근 3개년의 기출문제는 항상 학생들에게 공개를 하였다. 그리고 문제의 출제 역시 기출 문제를 기반으로 하여 변형하여 출제하였다. 문제의 내용이 같으므로 연도별로 학생들의 성취도가 어떻게 변화하는지를 분석할 수 있었다.

그림 8와 그림 9는 2015년 시험결과와 그 이전해의 시험결과를 그래프로 나타낸 것이다. 그림에서 가로축은 시험문항들이며, 세로축은 학생들의 평균 점수를 나타낸다. 각 시험문항을 나타내는 막대의 쌍에서 왼쪽 막대는 2015년의 결과이며, 오른쪽 막대는 2011년~2013년의 결과이다.

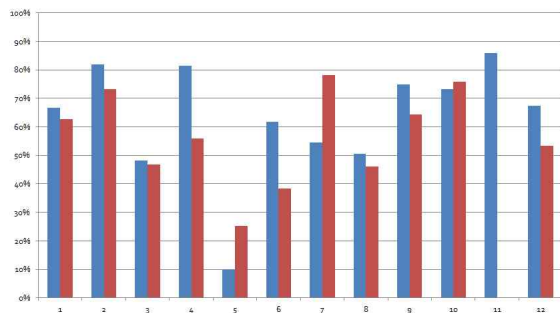


Fig. 8. Student Achievement (Mid-Term Exam)

중간고사 분석 결과, 예년에 비해서 성취도가 높아지거나 낮아진 경우가 몇몇 보이지만 전반적으로 예년과 비슷한 결과를 보여주었다. 11번 문항은 새로이 출제된 문항이어서 예년과의 비교를 할 수 없었다.

5번 문항은 “퀵정렬(Quick Sort)의 성능향상 방법”에 관한 문제로서 성취 수준이 낮을 뿐만 아니라 예년에 비해서도 성취도가 떨어졌다. 이는 강의실 수업의 도입부에서 해당 내용을 다시 설명할 필요성이 있는 것으로 판단된다.

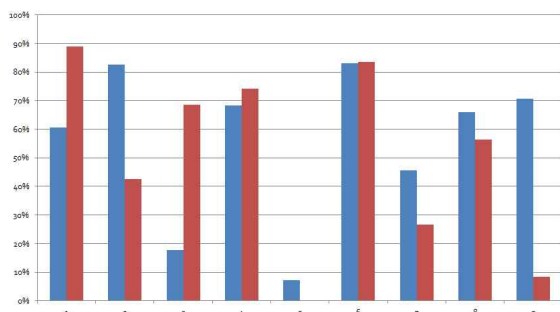


Fig. 9. Student Achievement (Final Exam)

기말고사 분석 결과, 예년과 비슷한 결과를 보여준 문항도

있었지만, 일부 성취도가 크게 올라간 문항(2번, 7번, 9번)도 있고 크게 떨어진 문항(1번, 3번)도 있었다. 5번 문항은 새로이 출제된 문항이어서 예년과의 비교를 할 수 없었다.

9번 문항은 “병렬 알고리즘”에 관한 문제로서 성취도가 크게 상승한 문항이다. 이는 수업시간에 특별히 강조하여 설명하였기 때문으로 판단된다. 3번 문항은 “특정 알고리즘의 비효율성”에 관한 문제로서 예년에 비해서 성취도가 크게 떨어진 문항이다. 관련된 주제를 동영상 강의에서만 다루고 별다른 추가 설명이 없었기 때문으로 추측한다. 이러한 결과를 볼 때, 중요하다 생각되는 내용은 동영상 강의에서만 뿐만 아니라 강의실 강의의 도입부에 요약설명이 꼭 필요한 것으로 판단된다.

중간고사와 기말고사의 결과를 분석한 결과 거꾸로 학습이 학생들의 학습 이해도를 저해하지 않는 것으로 나타났다. 오히려 온라인 강의와 강의실 강의를 효율적으로 결합한다면 교육의 효과를 더욱 높일 수 있다.

## V. Conclusions

컴퓨터공학에서 배우게 되는 알고리즘 교과목에 대해서 거꾸로 학습을 적용시켜 보았다. 1주일 수업의 절반을 온라인 콘텐츠로 학생 스스로 공부하고, 나머지 반은 강의실에서 과제를 해결하도록 하였다. 학생들의 강의평가와 설문조사 그리고 시험성적을 분석한 결과에 의하면 거꾸로 학습이 효과가 있음을 보여주었다. 학생들의 학업성취도는 전통적인 강의실 수업과 비교하여 거의 동등한 성취도를 보여주었다. 학생들의 반응 중에서 일부를 보면 다음과 같다.

- 집에서 공부하고 수업시간에 문제를 복습하므로 따로 집에서 복습하지 않아도 기억에 오래 남습니다.
- 스스로 공부하게 된다는데 의의가 있다 생각합니다.
- 동영상 콘텐츠로 시청을 하게 되면 그냥 시간만 채우기만 할뿐 보지 않게 되므로 거꾸로 학습의 효과는 있었다고 생각합니다.
- 시험기간이 아닐 때부터 공부를 하게 만듭니다.
- 동영상을 본 후 퀴즈가 두려워 공부를 하였습니다.
- 동영상을 보면서 이해하지 못했던 부분을 강의실에서 과제하다가 교수님께 바로 질문할 수 있어서 효과가 있었다고 생각합니다.
- 그룹과제를 풀기 위해서는 당연히 강의를 들어야 되는데 그 부분이 거꾸로 학습의 긍정적인 면이라고 생각합니다.
- 인터넷 강의의 특성상 이해가 안되는 부분을 다시 볼 수 있고, 본 수업의 그룹과제로 다시 상기시켜 주었기에 효과가 크다고 생각합니다. 다른 과목과 달리 다시 공부할 때 조금만 봐도 거의 생각이 날 정도였습니다.

거꾸로 학습은 교수들에게 약간의 강의 부담을 준다. 동영상 콘텐츠를 제작해야 하고, 매 강의 시간마다 과제를 제공하여야

한다. 그러나 동영상 콘텐츠는 여러 해에 걸쳐서 재사용할 수 있으므로, 한 번 제작해 놓으면 강의 부담은 줄어들 것이다.

대학교육에서 모든 교과목이 거꾸로 학습에 적합하지는 않다. 어떠한 교과목이 거꾸로 학습에 적합한지에 대한 추가의 연구가 필요할 것이다. 또한 본 논문에서 제시하는 거꾸로 학습의 방법은 한 가지 사례에 불과하다. 특정 교과목에 대해서 다양한 형태의 거꾸로 학습이 가능하다. 예를 들면, 수업시간에 과제뿐만 아니라 토론을 진행할 수도 있다. 교과목별로 다양한 형태의 거꾸로 학습에 관한 자료가 모여진다면 대학 교육에서 거꾸로 학습이 더욱 확산될 수 있을 것이다.

## REFERENCES

- [1] J. Bergmann and A. Sams, "Flip your students' learning," *Educational Leadership*, Vol. 70, No. 6, pp. 16-20, Mar. 2013.
- [2] Flipped Learning Network, "Flipped learning network unveils formal definition of flipped learning," Mar. 2014.  
<http://www.flippedlearning.org/domain/46>
- [3] N. I. Kim, B. A. Jun, and J. I. Choi, "A case study of Flipped Learning at College: Focused on Effects of Motivation and Self-efficacy," *Educational Engineering Research*, Vol. 30, No. 3, pp. 467-492, 2014. (in Korean)
- [4] D. Y. Lee, "Research on developing instructional design models for flipped learning," *Journal of Digital Convergence*, Vol. 11, No. 12, pp. 83-92, Dec. 2013.
- [5] H. J. Han, C. I. Lim, S. Y. Han, and J. W. Park, "Instructional Strategies for Integrating Online and Offline Modes of Flipped Learning in Higher Education," *Educational Engineering Research*, Vol. 31, No. 1, pp. 1-38, 2015. (in Korean)
- [6] R. Overmyer, *The flipped classroom model for college algebra: effects on student achievement*, Ph.D. Dissertation, Colorado State University, Summer 2014.
- [7] J. Overmyer, "Teacher vodcasting and flipped classroom network - A professional learning community for teachers using vodcasting in the classroom." *Teacher Vodcasting and Flipped Classroom Network*, 2013.  
<http://flippedclassroom.org>
- [8] B. Bennett, J. Bergmann, T. Cockrum, K. Fisch, R. Musallam, J. Overmyer, A. Sams, and D. Spencer, "The flipped class manifest," *The Daily Riff*, July 2013.  
<http://www.thedailyriff.com/articles/the-flipped-class-manifest-823.php>
- [9] R. Neapolitan, *Foundations of Algorithms 5/E*, Jones & Bartlett Learning, 2015.
- [10] S.-H. Lee, "A Case Study of Flipped Learning in Algorithm Class," *Proceeding of the KSCI Winter Conference*, Vol. 24, No. 1, pp. 175-178, Kwangju, Jan. 2016. (in Korean)
- [11] J. Waldrop and M. Bowdon, *Best Practices for Flipping the College Classroom*, Routledge, 2016.
- [12] T. Schwartz, R. Andridge, K. Sainani, D. Stangle, and M. Neely, "Diverse Perspectives on a Flipped Biostatistics Classroom," *Journal of Statistics Education*, Vol. 24, May 2016.
- [13] J.-W. Choi and Y.-J. Lee, "Educational Application of Puzzles for Algorithm Learning of Informatics Gifted Elementary School Students," *Journal of the Korea Society of Computer and Information*, Vol. 20, No. 5, pp. 151-159, May 2015.
- [14] Y.-S. Kim, "A Case Study of Operating the Computer Programming Subject based on the Flipped Learning Model," *Journal of the Korea Society of Computer and Information*, Vol. 21, No. 7, pp. 93-100, July 2016.

## Authors



Su-Hyun Lee received the B.S. in Computer Science from Kwangwoon University, Korea in 1987. He received the M.S. and Ph.D. degrees in Computer Science from Korea Advanced Institute of Science and Technology(KAIST), Korea, in 1989, 1994, respectively. Dr. Lee is a Professor in the Department of Computer Engineering, Changwon National University since 1996. He is interested in computer algorithm, programming languages, compiler, and mobile computing.