

# 텍스트 마이닝을 활용한 캡스톤 디자인에 관한 학생 인식 탐색: 산업경영공학 사례

위광호\*·김윤진\*·김문수\*\*

\*한국외국어대학교 산업경영공학과 학부생

\*\*한국외국어대학교 산업경영공학과 교수

## A Text Mining Analysis on Students' Perceptions about Capstone Design: Case of Industrial & Management Engineering

Wi, Gwang-Ho·Kim, Yun-jin·Kim, Moon-soo

\*Undergraduate, Department of Industrial Management and Engineering, Hankuk University of Foreign Studies

\*\*Professor, Department of Industrial Management and Engineering, Hankuk University of Foreign Studies

### ABSTRACT

Capstone Design, a project-based learning technique, is the most important curriculum that clarifying major knowledge and cultivating the ability to apply through the process of solving problems in the industrial field centered on the student project team. Accordingly, various and extensive studies are being conducted for the successful implementation of capstone design courses. Unlike previous studies, this study aimed to quantitatively analyze the opinions that recorded the experiences and feelings of students who performed capstone design, and used text mining methodologies such as frequency analysis, correlation analysis, topic modeling, and sentiment analysis. As a result of examining the overall opinions of the latter period through frequency analysis and correlation analysis, there was a difference between the languages used by the students in the opinions according to gender and project results. Through topic modeling analysis, 'topic selection' and 'the relationship between team members' showed an increase in occupancy or high occupancy, and topics such as 'presentation', 'leadership', and 'feeling what they felt' showed a tendency to decreasing occupancy. Lastly, sentiment analysis has found that female students showed more neutral emotions than male students, and the passed group showed more negative emotions than the non-passed group and less neutral emotions. Based on these findings, students' practical recognition of the curriculum was considered and implications for the improvement of capstone design were presented.

**Keywords:** Capstone design, PBL, Text mining, Topic modeling, Sentiment analysis, IME

### 1. 서 론

학생 중심의 교육 모델과 다양한 학습 방법론은 초등 교육에서 대학 교육에 이르기까지 교육적 효과가 가장 큰 것으로 평가되고 있다. 산업현장과 직접적으로 연계되는 공학교육에 있어 학생 중심의 프로젝트 기반 학습은 다양한 공학교육 과정에 포괄적으로 활용하는 모형이고, 특히 캡스톤 디자인은 학생 프로젝트 팀을 중심으로 산업현장의 문제를 해결하는 과정을 통해서 전공 지식을 확고히 하고, 활용 능력을 배양하는 가장 핵심적이고 중요한 교과과정이라 할 수 있다.

캡스톤 디자인 교육에 대한 관심이 증가하면서 실증적 연구로 수치화된 자료를 분석하는 양적 연구가 활발하게 진행되고 있다. 최근에는 교육적 활용 연구뿐만 아니라 교육 효과에 대한 관심이 증가하고 있으며, 직업기초능력, 창의성, 융합사고, 팀워크역량 뿐만 아니라 학업성취 및 학습만족도 등에서 그 효과가 있음이 입증되었다(허미선·이정민, 2021). 그러나 대부분의 연구는 강의평가 등과 같이 교과과정에 대한 정량적 평가나 수강생 혹은 수강한 졸업생을 대상으로 형식화된 설문자료를 통해서 획득한 정형화된 데이터에 기반한 통계분석을 바탕으로 하고 있다. 그러나 이러한 정형화된 자료 획득 및 분석은 학생들의 다양한 생각이나 구체적인 요구 사항들을 반영하는 데에는 한계가 있다.

이에 따라 최근에는 비정형 데이터를 분석하는 시도가 이루어지

Received August 5, 2022; Revised August 28, 2022

Accepted August 30, 2022

† Corresponding Author: kms@hufs.ac.kr

©2022 Korean Society for Engineering Education. All rights reserved.

고 있는데, 강의평가에서 서술식 의견을 분석하여 이를 강좌 개선에 활용하는 방안을 제안하는 연구들이다. 특히, 비정형 대규모 데이터 분석 기법을 활용하여 강의평가의 서술형 의견을 분석하여 양적평가에서 드러나지 않는 다양한 내용들을 분석하는 시도(최정웅·안동규, 2016; 이해듬·남민우, 2019; 신중호·최재원, 2019)가 비교적 최근에 이루어지고 있다. 그러나 기존 강의평가의 서술형 의견이 매우 의미 있고, 그 가치가 강조되고 있으나, 이에 대한 분석은 특정 교과목 수준이 아닌 단과대학 혹은 전체 대학 수준으로 매우 제한적이라고 할 수 있다(신중호·최재원, 2019).

따라서 기존 정량분석을 통해서 획득할 수 없는 특정 교과목의 수강생들의 다양한 생각과 요구사항을 분석하기 위한 비정형 데이터에 기반한 연구는 거의 전무한 상황이다. 이에 본 연구는 기존 연구와는 다르게 산업경영공학 전공의 캡스톤 디자인을 수강한 학생들이 최종 보고서에서 작성한 프로젝트 수행 후기 자료를 대상으로 비정형 데이터를 분석하는 텍스트 마이닝 방법을 활용하여, 학생들의 경험에 기반한 솔직한 캡스톤 디자인에 대한 인식을 탐색, 분석하고, 교과과정 개선을 위한 시사점을 제시하고자 한다.

## II. 기존 연구

프로젝트 기반 학습 모형의 전형인 캡스톤 디자인은 공과대학뿐 아니라 교육당국 그리고 산업체에서도 많은 관심과 지원이 이루어지고 있으며, 다양하고 방대한 연구 대상이 되고 있다. 이는 캡스톤 디자인이 학생들의 학업성취에 적지 않은 효과를 발휘하고 무엇보다도 산업계로 진출하는 엔지니어로서 공학 지식의 현장 활용 능력 이외에 팀워크, 상호 소통 등의 사회적 능력 함양에 효과적인 교과과정(허미선·이정민, 2021)이기 때문이다.

특히, 효과적인 소통이 이루어지는 프로젝트 팀은 높은 학습 효과와 졸업 후 취업 및 직무의 만족도가 매우 높았다(Hotaling et al., 2012; Whitfield et al., 2015; Staehle et al., 2015). 이는 통상 자발적으로 구성된 캡스톤 프로젝트 팀에 의해서 수행할 프로젝트 문제를 정의하고, 수행 계획을 수립하고, 다양한 창의적인 해결 방안들을 제안하고, 제안한 해결 방안들을 여러 측면에서 분석, 평가하여, 최종 해결안을 제시하는 일련의 과정이 팀 내부 및 외부와의 반복적이고 다양한 소통 과정이 필수적인 전제조건이며, 산업 현장의 업무 과정과 일맥하기 때문이다. 다음은 캡스톤 디자인 교과과정의 교육 목표이자 효과를 정리한 것이다(Palmer & Hall, 2011).

- 팀워크 구축과 경험 습득
- 프로젝트 문제, 해결 방안, 학습에 대한 자기 동기화(self-

motivation) 및 소유 의식(ownership) 확보

- 자기규제(self-regulation), 헌신 및 역량 개발
- 문제 해결 및 설계 과정에서의 경험 습득
- 공학 문제들에 대한 다학제 및 시스템적 특성의 이해
- 실질적인 공학 문제와 전문적인 실습 경험 습득
- 자기 성찰 능력(reflective skills) 개발
- 쓰기, 말하기, 발표 등의 소통 기술 개발
- 불완전하고 부정확한 정보에 대한 대처 능력 습득 등

그러나 캡스톤 디자인 교과과정의 다양한 효과가 존재함에도 불구하고, 한편으로는 학생들에게 매우 큰 부담이 되기도 한다. 캡스톤 디자인이 통상 3-4학년 한 학기 혹은 두 학기 동안 수행되는 것이 보통인데, 최종 결과물까지 생성하는 데 많은 시간이 소요되고, 이는 학생들이 필요로 하는 취업 관련 어학 성적 및 자격증 취득 등의 어려움을 호소하는 경우가 많다. 또한, 팀 구성과 프로젝트 주제 탐색 과정 역시 학생들에게는 상당한 부담으로 작용하고 있다(이태식 외 2009; 이옥진 외 2020).

캡스톤 디자인에 관한 최근 연구는 교육적 활용 연구뿐 아니라 구체적인 요인에 따른 교육적 효과를 분석하는 것이 주를 이룬다. 특히, 캡스톤 디자인에 참여하는 학생들을 대상으로 교육 효과 분석이나 교육적 활용을 목적으로 하는 연구는 통상 설문조사, 강의평가 등의 정형화된 데이터를 바탕으로 분석하는 연구가 주류를 이루고 있다(허미선·이정민, 2021).

한편, 비정형 데이터에 기반한 분석도 활발히 전개되고 있다. 예를 들어 최정웅·안동규(2016)의 연구에서는 강의평가 중 서술형 자료에 대하여 분석하였고, 강의평가에서의 서술식 의견을 분석하여 수업의 질 개선에 활용할 수 있는 구체적인 방안을 제안하는 연구들 또한 꾸준히 수행되고 있다(민혜리·윤한솔, 2017; 하정운·나민주, 2017; 이후희 외, 2018). 이러한 연구들은 강의평가를 바탕으로 연구자의 이론과 비판적 시각에 따라 요약하거나 발췌하는 정성적 연구방법에 따른 분석에 근거하고 있다(신중원·최재원, 2019). 그러나 서술형 강의평가의 텍스트의 분량이 방대할 경우, 전체 대상 학생들의 의견을 분석하여 의미 있는 결과를 도출하는 데에는 분명히 한계가 있다. 이러한 한계를 극복하기 위해서 최근에는 대규모의 비정형 데이터를 분석할 수 있는 텍스트 마이닝 기법을 활용, 분석하는 연구들이 활발히 진행되고 있다.

신중호·최재원(2019)은 9학기 동안 작성된 서술형 강의평가 내용을 바탕으로 텍스트 마이닝을 적용하여 수업 만족도와 학습 성취도를 높이기 위해서는 학생들의 특성과 요구사항을 파악하여 개선할 필요성을 제시하고 있다. 또한 이해듬·남민우(2018)의 연구에서는 텍스트 마이닝 방법론을 활용하여 ‘좋은

수업'이라는 주관적인 가치를 객관적으로 얻어내는 과정을 분석하였으며, Kaur 및 Kaur(2018)은 텍스트 마이닝을 적용하여 교육 및 평가 시스템에 대한 비판 의견을 분석, 활용하는 방안을 제시하였다.

그러나 공과대학에서 가장 핵심적인 교과목인 캡스톤 디자인과 관련하여 학생들의 솔직한 자연어에 기반한 방대한 비정형 데이터 분석을 바탕으로 수행된 연구는 상대적으로 미미한 실정이다. 이에 본 연구는 H대 산업경영공학과 학생들이 2006년부터 2020년까지 캡스톤 디자인 수강 후 자유롭게 기술한 프로젝트 후기를 대상으로 텍스트 마이닝 방법론을 적용하여 수강생들의 인식을 탐색, 분석하고, 이를 바탕으로 교과과정의 개선점을 제시하고자 한다.

### III. 분석 방법

#### 1. 분석대상 및 자료

본 연구는 H 대학교 산업경영공학과 의 캡스톤 디자인 교과 과정을 대상으로 한다. 본 과정은 4학년을 대상으로 3학점의 캡스톤디자인프로젝트와 2학점의 캡스톤디자인실습을 개별적으로 수강신청하고, 3~5인의 팀을 구성하여 산업체 자율 주제, 외부 경진대회 주제 혹은 학과 교수진에 의한 지정 주제 중에서 선택하여 한 학기 동안 수행한다. 공과대학의 프로젝트 기반 학습 모형에 기반한 교과과정으로서 산업체의 자율 주제를 권고하고 있으며, 실제로 2018년까지 수행된 프로젝트의 80% 정도가 산업체의 주제를 대상으로 하고 있다(Kim, 2019).

캡스톤 디자인은 제안서발표, 중간발표, 최종발표 및 각종 보고서 그리고 최종 산출물이 학과 교수진들에 의해서 평가된다. 각 팀은 지도교수가 배치되어 지속적인 멘토링을 수행하며, 또한 수업시간에 팀별로 주 단위 진행 발표를 통한 진도관리가 이루어진다. 특히, 3회의 평가를 통해서 통과한 팀은 최종 보고서와 산출물을 바탕으로 졸업 논문을 작성, 졸업 자격을 얻게 되고, 그렇지 못한 경우 졸업시험을 통해서 자격을 취득해야하기 때문에 학생들에게는 부담이 되는 교과과정이나, 졸업 프로젝트로서 의미가 큰 과정이다(김문수, 2022).

캡스톤 디자인의 통과여부와 무관하게 모든 팀들은 최종보고서를 제출해야 하는데, 이 최종보고서에는 개별적으로 본인인 한 학기 동안 프로젝트를 진행하며 느낀 점이나 배운 점, 아쉬운 점, 학과나 교과과정에 바라는 점 등을 정해진 형식 없이 자유롭게 작성하는 후기가 포함된다. 학생들이 작성한 후기에는 대부분 자기 성찰적이며 프로젝트 수행 및 팀원에 대한 내용이 많다는 특성이 있다. Table 1과 같이 후기가 손실된 2008년을 제외하고 2006년부터 2020년까지 총 414건의 후기를 수집할

Table 1 Analysis data and features by year

연도	성별		캡스톤 디자인 최종 결과	
	남학생	여학생	통과	비통과
2006	3	1	4	0
2007	4	0	4	0
2009	43	7	39	11
2010	30	8	19	19
2011	44	17	59	2
2012	26	8	34	0
2013	18	10	24	4
2014	22	14	27	9
2015	21	16	35	2
2016	21	9	30	0
2017	21	15	27	9
2018	15	6	21	0
2019	8	15	21	2
2020	8	4	12	0
합계	284	130	356	58

수 있었다. 이 후기를 대상으로 텍스트 마이닝 방법론을 적용하여 캡스톤 디자인을 수행한 학생들의 인식을 탐색, 분석한다.

#### 2. 분석방법 및 절차

2006년부터 2020년까지 총 14년, 414건의 후기 데이터를 엑셀파일에 연도별로 띄어쓰기와 오기를 수정하면서 재 기록하였다. 이후 한국어 형태소 분석을 위해 KoNLP(한국어 자연어 처리) 패키지를 사용하여 여러 번의 전처리 과정을 수행하였다. '그래서', '그러나', '그러므로' 등과 같이 본 연구의 주제와 관련이 낮은 단어와 숫자, 접속사, 특수문자 등을 모두 제거하는 등 불용어를 정리하였다. 또한, 복수형의 단어에서 '-들'을 제거하여 단수형으로 나타나도록 변경하였고, 동사만으로 문맥이 파악되지 않는 '했다', '갔다' 등의 동사 역시 제거하였다. 그리고 형태는 다르나 동일한 의미를 갖는 단어는 한 가지 단어로 표현되도록 변경하였는데, 예를 들어 '커뮤니케이션'은 '의사소통'으로, 'PM(Project Manager)'은 '팀 리더'로 수정한 것을 들 수 있다. 이러한 데이터 전처리 과정을 통해서, 분석에 유의미한 단어들 추출할 수 있도록 데이터 셋을 다음 Table 2와 같이 구성하였다.

본 연구에서는 총 4가지의 텍스트 마이닝 방법론을 적용하여 수강생의 후기를 분석한다. 먼저 텍스트 마이닝에서 가장 많이 사용되고 있는 방법론 중 하나인 빈도분석을 wordcloud2/RColorBrewer(R package 중)를 이용하여 수행하였다. 빈도분석은 단순히 각 단어의 등장 빈도와 연관된 방법론으로, 명사, 동사 등

**Table 2** Number of characters and words according to preprocessing

자료 유형	전처리 이전	전처리 이후
고유 문자수	995	668
총 문자수	216,552	93,513
고유 단어수	12,918	10,481
총 단어수	54,527	53,237

하나의 단어 형태로 토큰화된 단어들의 빈도를 나타낸 것이다(최현중, 2019). 문서에 따라 분류된 자료에서 얼마나 특정한 단어가 자주 등장하는지를 나타내는 지표로 빈도가 높을수록 많이 언급된 단어임을 알 수 있다. 본 연구에서는 성별, 프로젝트 결과를 문장 범위에서 가장 많이 나타난 단어에 대해 살펴보았는데, 자료 특성에 따른 데이터 수에 큰 차이가 있어 추출된 단어의 비율을 계산하여 상위 30%의 단어를 비교 분석하였다.

두 번째 분석은 데이터에서 변수들 간의 관계를 분석하는 연관분석으로 findAssocs/igraph/ggplot2(R package 중)를 이용하여 문장에서 두 단어가 공통으로 출현 혹은 단어의 비율이 많이 차이가 나는 단어들을 이용하여 상관계수를 분석함으로써, 주요한 단어 간의 연관관계를 알아보고, 특정 단어가 문서 내에서 어떻게 사용되고 있는지에 대해 파악할 수 있다.

세 번째 분석은 잠재 디리클레 할당(latent Dirichlet allocation: LDA) 알고리즘을 기반으로 topicmodels(R package 중)를 이용하여 문서의 주요 토픽을 추출 분석하는 토픽 모델링을 수행하였다. 문서가 갖는 토픽별 확률 정보를 이용하여 많이 나타나는 토픽, 점점 늘어나고 있는 토픽 혹은 반대로 줄어든 토픽에 대한 정보를 얻을 수 있으며, 토픽에 포함된 단어 정보를 통해 각 토픽의 숨겨진 의미를 파악할 수 있다(변성훈·이석원, 2019). 따라서 추출된 해당 토픽의 점유율을 통해서 빈도가 높은 토픽, 증가 추세를 보이는 토픽, 감소 추세를 보이는 토픽을 도출하여, 학생들이 캡스톤 디자인 교과과정과 관련한 생각이 어떻게 변화하고 있는지를 분석할 수 있다. 특히, 본 연구에서 적용한 LDA는 적절한 토픽수를 먼저 설정하는 과정이 필요한데, 이대영 및 이현숙(2021)이 제시한 조화평균 방법을 사용하였다.

마지막으로 연도별, 성별에 따른 학생들의 캡스톤 디자인에 대한 긍정적, 부정적, 중립적 감정 인식과 프로젝트 통과여부에 따른 감정적 인식의 차이를 고찰하는 감정분석(sentiment analysis)을 수행하였다. 감정분석 방법론에는 기계 학습 감정 분석과 사전 기반 감정 분석이 있다. 기계 학습 감정분석은 충분히 많은 양의 데이터와 그 데이터에 대한 확고한 감정 정보를 함께 가지고 있을 경우 매우 높은 정확도를 보이며, 사전 기반 감정 분석의 경우 비교적 적은 양의 데이터를 사용할 때 더

높은 정확도를 보인다(김은이·송민호, 2017). 본 연구 대상 특성상 사전 기반 감정 분석이 보다 적절하다고 판단하였다.

이를 수행하기 위해 먼저 tidytext/tidyr(R package 중)를 이용하여 문장 중의 단어들을 토큰화하였으며, 이후 단어별 감정 대응과 감정 점수를 위하여 박상민 외(2018)가 구축한 'KNU 한국어 감정사전'을 이용하였다. 이 감정사전에는 단어에 대해 감정 점수를 강한 긍정(2), 약한 긍정(1), 중립(0), 약한 부정(-1), 강한 부정(-2) 등 다섯 가지로 부여하여 유형화하였다. 감정 분석은 전처리된 단어를 토큰화하고, 토큰화된 단어가 감정 사전에 대응되는지 확인하고, 그 단어가 속한 문서에 대응, 감정의 점수를 부과하여 자료 특성에 따른 감정 점수를 산출할 수 있다. 또한 긍정, 부정 그리고 중립 감정 등 유형별로 점수화하여 분석이 가능하다.

텍스트 마이닝의 목적은 정보 추출, 텍스트 데이터로부터의 데이터 마이닝, 지식 추출 등 세 가지 유형으로 구분할 수 있는데(Hortho et al., 2005), 본 연구의 경우는 캡스톤 디자인 교과과정을 통해서 팀 프로젝트를 수행한 학생들이 자유롭게 기록한 후기의 비정형 텍스트 데이터로부터 학생들의 캡스톤 디자인에 대한 인식과 관련된 정보 추출 및 텍스트 데이터 마이닝에 해당된다고 할 수 있다.

#### IV. 분석 결과

##### 1. 빈도분석 및 연관분석

캡스톤 디자인 수강생들의 후기에서 가장 많이 언급되는 단어를 분석하기 위하여 먼저 명사를 추출한 후 해당 단어가 전체 후기에 등장한 빈도수를 분석하였다. 다만, 출현 빈도수가 높은 단어 중 '동안', '하기', '프로젝트'와 같이 의미를 추출하기 어려운 단어들은 제외하였다. 수강생들의 후기 내용 중 출현 빈도수가 150번 이상이면서 상위 30%인 단어를 Wordcloud2로 표현하면 Fig. 1과 같으며, 추출된 단어들을 살펴보면 '팀원', '생각', '발표', '주제' 등으로



**Fig. 1** Top 30% words of frequency analysis on reviews of students' capstone

빈도수가 많이 나타난 것을 확인할 수 있다. 또한, 상위 30% 안에 드는 기타 단어들인 ‘공부’, ‘기업’, ‘제안’, ‘시스템’, ‘어려움’ 등도 실질적인 산업 현장의 공학적 문제 해결과 경험 과정에서 표출된 것으로 판단된다.

성별로 구분하여 빈도분석을 수행한 결과, 남학생과 여학생의 후기에서 가장 많이 사용된 단어는 ‘팀원’으로 동일하였다. 출현 비율이 높은 단어의 순위에는 다소 차이가 있으나, ‘팀원’, ‘생각’, ‘발표’, ‘주제’, ‘시간’, ‘결과’, ‘경험’, ‘진행’, ‘시작’, ‘문제’, ‘도움’, ‘중간’, ‘교수님’, ‘노력’ 등으로 동일하게 나타났다. Fig. 2는 남학생과 여학생이 캡스톤 디자인에 대한 인식에서 사용하는 단어에 차이가 존재하는지 확인하기 위해 출현 비율이 높은 단어 30%에서 공통으로 추출된 단어들을 제외한 단어들 성별로 연관분석을 한 것을 도시한 것이다.

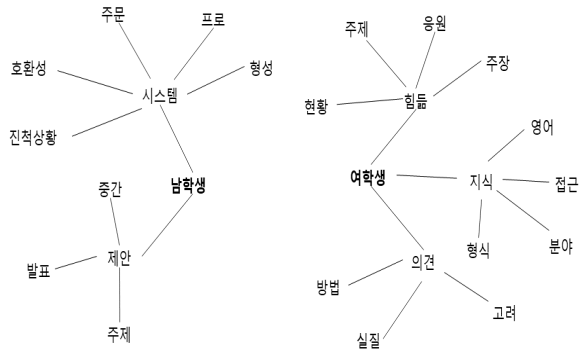


Fig. 2 Results of association analysis by gender

남학생은 ‘호환성’, ‘형성’, ‘염려’, ‘검토’, ‘구상’ 등이 ‘시스템’ 단어와 연관성이 크고, ‘중간’, ‘발표’, ‘주제’ 등이 ‘제안’이라는 단어와 연관성이 크게 나타났다. 남학생들의 경우는 프로젝트 결과물과 실제 성과에 보다 많은 관심을 보이는 과업 지향적 특성이 존재함을 시사한다. 반면에 여학생들은 ‘응원’, ‘주제’, ‘현황’이 ‘힘듦’이라는 단어와의 연관성이 크고, ‘의견’, ‘지식’에 대한 언급이 많은 것으로 볼 때 프로젝트 수행 과정에서 인간관계, 문제 해결 관련 지식 탐색 등의 상황 인식 등 다소 관계 지향적인 측면으로 캡스톤 디자인을 인식하는 것을 알 수 있다.

캡스톤 디자인의 통과 여부에 따른 빈도 분석도 매우 유사한 결과를 나타냈다. 통과 및 비통과 그룹에서 가장 많이 추출된 단어는 ‘팀원’으로 동일했다. 출현 비율의 순위 상에서 차이는 있지만, ‘팀원’, ‘생각’, ‘발표’, ‘주제’, ‘시간’, ‘진행’, ‘시작’, ‘문제’, ‘경험’, ‘도움’, ‘중간’, ‘노력’, ‘공부’, ‘해결’ 등으로 동일하게 나타났다.

성별 분석과 유사하게 통과 여부에 따른 연관분석을 출현 비율이 높은 단어 30%에서 공통으로 추출한 단어를 제외한 단어

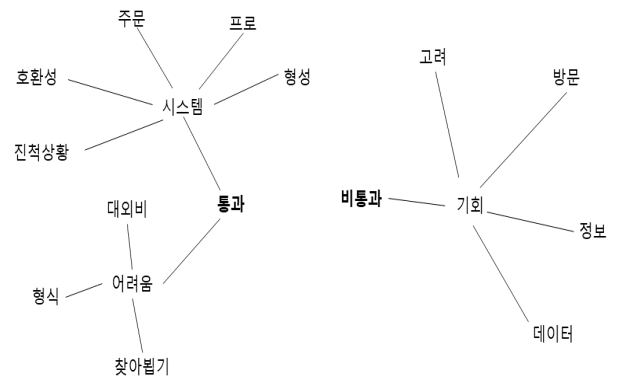


Fig. 3 Results of association analysis by pass or fail

들에 대해서 수행하였다. Fig. 3에서 통과 그룹의 경우 ‘시스템’, ‘어려움’의 단어 언급이 많았으며, 비통과 그룹은 ‘기회’에 대한 언급이 많았다. 양 그룹에서의 추출된 연관 단어들에 있어 성별에 따른 연관분석 결과와 같이 차이를 보이고 있다. 통과 그룹인 경우, 사용빈도가 높은 ‘시스템’, ‘어려움’과 연관된 단어에 대해 분석한 결과, 앞서 남학생의 ‘시스템’ 연관 단어와 비슷한 것을 알 수 있는데, 프로젝트 수행을 성공적으로 마친 학생들이 보다 과업 지향적 특성을 보이는 것으로 판단된다. 반면에, 비통과 학생들의 사용빈도가 높은 ‘기회’와 연관된 단어는 ‘고려’, ‘데이터’, ‘방문’, ‘정보’ 등의 단어와 함께 쓰이는 것으로 나타났다. 비록 통과에 실패한 학생들이라도 나름대로 프로젝트 수행에 진솔하게 임하고 있었음을 알 수 있다. 특히, 비통과한 학생들이 빈도는 낮으나, ‘실무’, ‘마케팅’, ‘고객’, ‘실전’ 등의 단어들 추출됨을 볼 때, 캡스톤 디자인을 부정적으로만 인식하지 않음을 알 수 있다.

## 2. 토픽 모델링(Topic Modeling)

후기 속에 내재된 인식을 추출하고, 시간에 따른 인식의 변화 분석을 위해 LDA기반의 토픽 모델링 방법론을 이대영 및 이현숙(2021)이 제시한 방법에 따라 분석하였다. 최적의 토픽수를 조화평균을 기준으로 30개로 정하였으며, 각 토픽의 선정 기준은 크게 두 가지로, durbin-watson 값이 1.5에서 2.5사이로 자기상관성이 없으며, p-value가 0.1이하로 유의미한 경우 중 계수가 양의 값을 가지면 Hot Topic, 음의 값을 보이면 Cold Topic으로 분류하였다. Fig. 4는 연도별로 점유율이 상승 추세를 보이는 Hot Topic을 도시한 것이고, Fig. 5는 연도별로 점유율이 하강 추세를 보이는 Cold Topic을 도시한 것이다.

그 결과, 주제 선정, 전공 지식 및 실무, 프로젝트에 대한 노력, 팀원과 동고동락 경험, 프로젝트 프로세스 초반 등이 Hot

Topic으로 나타났다. 이는 학생들의 관심이 증가하는 생각이 나 느낌을 보여주고 있다. Hot Topic으로 나타난 토픽들에 따르면 수강생들은 캡스톤 디자인을 통해 팀워크, 프로젝트 특성 파악, 실무 능력 확보 등 캡스톤 디자인 교과과정의 목표와 효과에 대한 인식이 교과과정 운영 역사가 길어질수록 확고해지는 것으로 보인다.

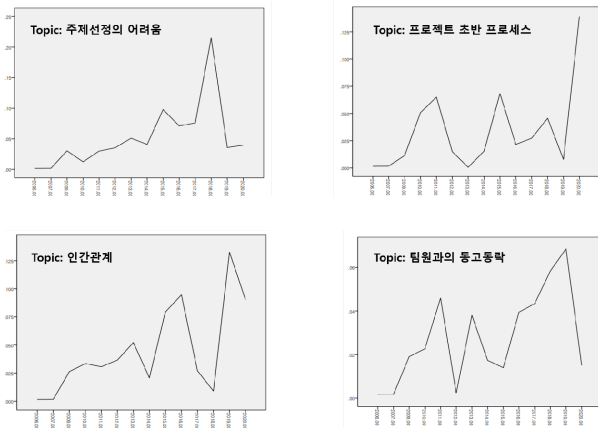


Fig. 4 Trend of change by topics corresponding to Hot Topic by year

한편, 발표, 리더십, 대학생활의 마무리, 시스템 및 알고리즘 관련 토픽들이 Cold Topic으로 나타났다. 이는 발표에 관한 관심이나 부담감이 줄어들고, 수강생들이 후기를 작성할 때 졸업이라는 형식적인 느낌을 적는 경우가 감소하고 있으며, 시스템 및 알고리즘 관련 프로젝트 외에도 비즈니스 모델 분석이나 교수진의 연구 프로젝트를 통한 논문 작성 등 프로젝트 주제의 다양화가 진행되었기 때문으로 판단된다.

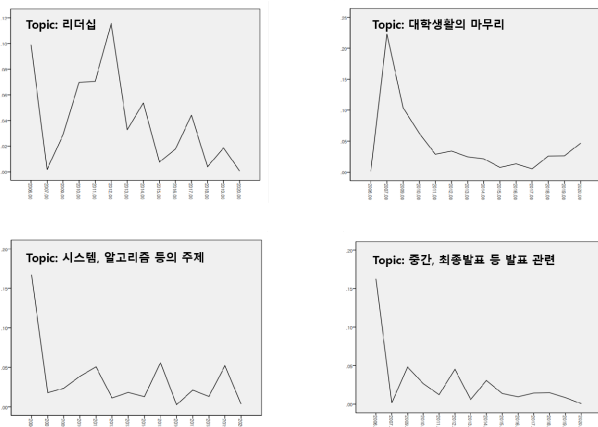


Fig. 5 Trend of change by topics corresponding to Cold Topic by year

### 3. 감정분석(Sentiment Analysis)

일정한 형식과 지침 없이, 학생들이 자유롭게 솔직하게 작성한 방대한 비정형 데이터인 캡스톤 디자인 후기는 감정분석에 적합할 것으로 판단되며, 비교적 솔직한 감정적 인식 결과를 얻을 수 있었다. 우선 데이터 특성에 따른 감정 점수의 차이가 있는지에 대한 분석 결과를 살펴보면 다음과 같다. 각 후기에서 긍정, 부정, 중립 감정점수를 산정, 합산하여 해당 학생이 느끼는 최종 감정을 산출해서 전체 학생들 중에서 각 감정의 비중을 평가하였다. Fig. 6에서 보는 바와 같이 남학생에 비해서 여학생이 부정적 감정이 더 높았으며, 긍정적 감정에서는 반대로 여학생이 더 낮았다. 이는 남학생보다 여학생들에 대한 교과과정 운영상의 배려가 필요할 것으로 보이며, 특히 팀의 멘토로서 지도교수의 역할이 중요할 것으로 판단된다.

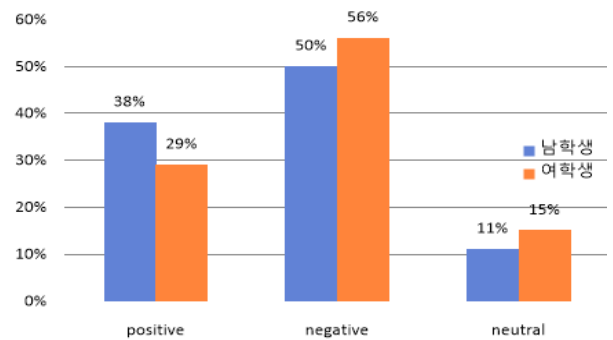


Fig. 6 Results of positive/negative/neutral sentiment analysis by gender

한편, Fig. 7은 캡스톤 디자인 교과과정의 최종 결과인 통과 여부에 따른 감정분석결과를 보여주는 것으로 두 그룹 사이에는 적지 않은 차이가 존재하였다.

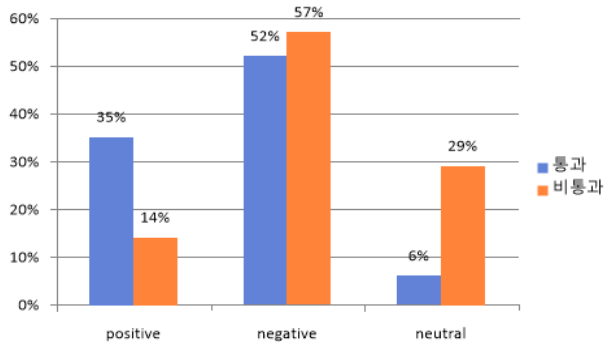


Fig. 7 Results of positive/negative/neutral sentiment analysis by pass or fail

Fig. 8은 연도별 평균 감정점수를 산출한 결과를 도시한 것이다. 2013년과 2019년을 제외하고 대부분의 연도에서 긍정적 감정 점수보다는 부정적 감정 점수가 약간 높은 경향을 보이고 있다. 부정적 감정 점수의 평균이 11.52, 긍정적 감정 점수의 평균 10.82 부정적 감정 점수의 평균이 0.7 정도 높은 것으로 나타났다. 이러한 감정 점수 간의 차이가 통계적으로 유의하지는 않지만, 학생들이 후기에서 긍정적 감정을 가진 단어보다는 부정적 감정을 지닌 단어를 평균적으로 더 많이 사용하고 있고, 이는 캡스톤 디자인에 대한 경험적 측면에서 긍정적인 느낌이 부정적인 느낌보다 크지 않은 것으로 파악될 수 있다.

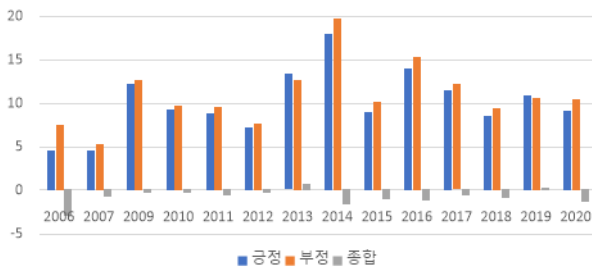


Fig. 8 Trend of average sentiment score by year

## V. 결론

주지하는 바와 같이 캡스톤 디자인은 공과대학의 다양한 전공들의 교육 목표를 달성하는 데에 가장 핵심적인 교과과정으로 인식되고 있으며, 이에 따라 교과과정의 개선을 위한 많은 관심과 노력 그리고 다양한 연구들이 진행되었다. 본 연구는 그러한 맥락에서 수행하였으며, 기존 연구들과 다르게 캡스톤 교과과정을 수강한 학생들이 매우 자유롭게 솔직하게 기록한 후기 자료를 대상으로 다양한 텍스트 마이닝 분석 도구를 활용, 분석하여 학생들의 인식을 탐색, 고찰하였다.

분석 결과 전체적으로 캡스톤 디자인에 대한 학생들의 인식이 캡스톤 디자인의 교육목표에 매우 부응하고 있음을 확인할 수 있었다. 학생 성별이나 통과 여부에 따른 빈도 및 연관 분석에 다소 차이는 있었으나, 학생들이 가장 많이 기억하고 인식하는 단어들이 ‘팀원’, ‘생각’, ‘주제’, ‘발표’, ‘경험’, ‘문제’, ‘해결’, ‘진행’, 등으로 이는 2절에서 논의했던 캡스톤 디자인의 교육 목표와 정확히 일치하는 단어들이다.

이들 단어들을 살펴보면, 팀 협업 학습 및 프로젝트 기반 학습 모형의 전형인 캡스톤 디자인 교과과정에서 학생들이 가장 많이 고민하고 인식하는 대상이 바로 협업 학습의 참여자인 동료 학생이며, 프로젝트 수행 과정에서 가장 많은 시간을 필요로 하는 것이 생각 과정임을 알 수 있다. 또한, 발표는 캡스톤

디자인 과정에서 평가받는 중요한 단계이고, 학생들의 고민과 생각의 결과물들을 표현하는 단계이므로 역시 매우 중요한 단어로 판단된다. 그리고 주제라는 단어는 실제 프로젝트의 내용과 직접적으로 연계되므로 학생들이 빈도수에서 우선순위에 든 것으로 판단된다. 또한 ‘경험’, ‘노력’, ‘해결’ 등의 단어를 통해 수강생들은 팀 프로젝트 과정상에서 본인들에 대한 자기성찰적 요소의 우선순위가 높은 것으로 평가된다. 이러한 높은 빈도의 단어들은 2절에서 살펴본 바와 같이 캡스톤 디자인 교과과정의 목표에서 언급된 팀워크 습득, 자기 동기화, 문제 해결 능력, 자기 성찰 등과 관련된 것으로 보인다.

그리고 토픽 모델링 분석에서는 ‘주제 선정의 어려움’, ‘인간관계’, ‘프로젝트 초반 프로세스’, ‘팀원과의 동고동락’ 등이 최근에 가장 중요시 되는 토픽으로 부상하고 있는데, 이는 학과 측면에서 교과 운영상에 중요한 시사점을 제공한다. 캡스톤 프로젝트에서 학생들이 가장 힘들어하는 부분이 프로젝트 주제 선정이고, 다음으로 팀 구성 및 팀원 간 그리고 지도교수 및 외부 기업체 담당자와의 효과적인 소통과 우호적인 관계 유지를 들고 있다(Kim, 2019). 학생들의 캡스톤 수행 경험에 있어서도 이러한 점들이 역시 중요한 문제로 인식됨을 알 수 있다. 이를 위한 학과 및 대학 차원에서 캡스톤 디자인 주제 탐색과 대상 기업 매칭을 위한 산학연계 방안이나 학기 초반의 안정적인 프로젝트 수행 안착을 위한 전담 실험/실습 조교 지원 방안 등이 필요하다.

마지막으로 감정분석을 통해서도 캡스톤 디자인에 대한 인식이 성별에 따라서, 통과 여부에 따라서 다소 차이가 있었다. 캡스톤에 대한 긍정적 감정이 여학생 그룹과 비통과 그룹이 남학생과 통과 그룹에 비해서 낮았으며, 여학생 및 비통과 그룹에서 타 그룹과 그 차이 크기는 작았으나 부정적 감정은 반대로 상대적으로 높았다. 또한, 연도별로 평가한 결과에서도 통계적으로 유의한 차이는 없었으나, 부정적 감정이 긍정적 감정보다 전반적으로 크게 나타났는데, 이는 수강생들이 느끼는 부담감, 어려움 등의 의견(이태식, 2009)을 고려하였을 때 자연스러운 결과라 볼 수 있다. 그러나 부정적 감정 측면에서 비통과 그룹과 통과 그룹간의 차이가 크지 않고, 또한 중립 감정이 비통과 그룹이 통과 그룹에 비해 매우 높은 것으로 볼 때, 최종 통과 여부가 학생들의 캡스톤 디자인 교과과정에 대해 느끼는 감정에 절대적인 영향을 미치고 있는 것은 아닌 것으로 보이며, 이는 연관분석에서의 결과와도 유사하다.

한편, 부정적 감정 자체가 전반적으로 긍정적 감정에 비해 높게 나타나는 결과는 향후 캡스톤 수행에 좋지 않은 영향을 미칠 것으로 판단된다. 그러나 통상 캡스톤 디자인은 고학년을 대상으로 졸업의 관문으로서의 교과과정으로 운영되기 때문에

저학년 학생들에게 적지 않은 영향을 끼치게 된다. 그리고 학생들에게 기대되는 다양한 효과만큼이나 교과과정이 시작되기 이전부터 그리고 수행과정 중에서 부담과 어려움이 큰 교과목이므로, 부정적 감정을 완전히 해소하기는 힘들 것으로 보인다. 예컨대, ‘힘들었지만 좋은 경험이었다.’, ‘교수님과 만나는 게 부담스럽기도 했지만 지나고 보니 감사했다’ 등 캡스톤 디자인 프로젝트 수행 자체의 어려움, 교수진과의 미팅을 위한 준비와 소통의 부담 등이 부정적인 감정으로 인식하는 수준이 그에 따른 좋은 경험이나 감사의 마음과 같은 긍정적인 감정으로 인식하는 수준보다 낮지 않음은 캡스톤 디자인 교과 운영 측면에서 시사하는 바가 매우 크다. 이러한 내재된 감정은 다음 프로젝트를 수행해야 할 후배 학생들에게 전이될 가능성이 매우 크며, 향후 캡스톤 디자인 교과과정의 초기 단계에서부터 부정적인 요인으로 작용할 가능성이 크다. 그러므로 부정적 감정을 해소하는 방식의 대응보다는 긍정적 감정을 보다 자극할 수 있는 교과과정에서의 세밀한 방안이 요구된다. 고현선(2016)이 제시한 바와 같이, 우수 과제 포상, 경진대회를 통한 대학 및 학과 이미지 제고 등을 예로 들 수 있으며, 그 외 학과와 주임 교수, 지도교수 및 조교 등의 교수진에 의한 사기진작, 팀들을 위한 응원 행사, 산학협력 지원 행사, 팀 및 개인 상담제도, 종강 이후 프로젝트 결과물의 활용을 통한 진로 지원, 등 다양한 방안을 통한 지원이 요구된다.

본 연구는 특정 전공의 캡스톤 과정을 대상으로 하고 있어 공과 대학의 다양한 캡스톤 디자인으로의 일반화에는 한계가 있으며, 또한 텍스트 마이닝의 내재적 분석 방법의 한계와 한국어 특성에 의한 마이닝 한계는 향후 지속적으로 보완해야 할 과제이다. 특히, 감정분석에서 있어서의 다양한 감정에 대한 보다 타당성이 확보된 정량화를 통해서 다양한 학생 요인, 교수 요인 그리고 교과과정 요인이 감정 점수에 어떻게 영향을 미치는지에 대한 인과분석은 매우 의미 있는 연구로 사료되며, 추후 연구로 남긴다. 그러나 이러한 한계점에도 불구하고 장기간의 캡스톤 디자인 과정에서의 비정형 데이터를 대상으로 텍스트 마이닝 방법을 활용하여 다양한 분석결과와 교육적 시사점은 여러 전공들의 캡스톤 디자인에 참고하여 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

이 논문은 대한민국 과학기술정보통신부와 한국연구재단의 연구지원사업(NRF-2017R1A2B4005858, NRF-2020S1A5A2A 03042307)과 2022학년도 한국외국어대학교 교원연구 지원사업에 의하여 이루어진 것임.

본 논문은 2021년 한국교육학회 연차학술대회에서 발표한 논문을 수정, 보완하여 작성하였음.

## 참고문헌

1. 김문수(2022). A Comparative Analysis of Students' Evaluations of Online and Offline Capstone Design Course. *공학교육연구*, 25(1), 12-21.
2. 김은이·송민호(2017). 소셜 빅데이터를 이용한 경구피임제 TV광고의 여론 및 감정 분석 : '머시론' TV광고를 중심으로. *광고PR실학연구*, 10(2), 39-63.
3. 민혜리·윤한솔(2017). 강의평가 주관식 응답에 나타난 교수와 학생의 의견 차이 비교분석: 강의의 장, 단점 의견에 대한 네트워크 및 내용분석. *학습자중심교과교육연구*, 17(11), 307-330.
4. 박상민 외(2018). Bi-LSTM 기반의 한국어 감정사전 구축 방안. *지능정보연구*, 24(4), 219-240.
5. 변성훈·이석원(2019). A Comparative Study between LSI and LDA in Constructing Traceability between Functional and Non-Functional Requirements. *한국컴퓨터정보학회논문지*, 24(7), 19-29.
6. 신종호·최재원(2019). 텍스트 마이닝을 활용한 서술형 강의평가. *학습자중심교과교육연구*, 19(16), 77-99.
7. 위광호·김윤진·김문수(2021). 텍스트 마이닝을 활용한 캡스톤디자인 수강생들의 인식분석. 2021 한국교육학회 연차학술대회 e-Conference.
8. 이대영·이현숙(2021). LDA 토픽 모델링의 적정 토픽 수 결정 방법 탐색. *교육평가연구*, 34(1), 1-30.
9. 이옥진 외(2020). 대학생들의 캡스톤 디자인 수업방법에 대한 인식이 학습성과에 미치는 영향. *학습자중심교과교육연구*, 20(15), 1001-1015.
10. 이태식 외(2009). 공학대학 캡스톤 디자인(창의적 공학 설계) 교육과정 운영실태 및 학습 만족도 조사. *공학교육연구*, 12(2), 36-50.
11. 이해듬·남민우(2018). 대학 강의평가 주관식 결과의 텍스트마이닝을 통한 전공 계열별 좋은 수업 분석. *한국유아교육연구*, 20(2), 21-41.
12. 이후희 외(2018). 대학 서술형 강의평가 자료의 언어네트워크 분석. *교육혁신연구*, 28(2), 237-262.
13. 전영미(2018). 캡스톤디자인 수업이 학생역량 및 수업만족도에 미치는 효과에 대한 사례 연구. *한국콘텐츠학회 논문지*, 18(3), 601-610.
14. 최정용·안동규(2016). 데이터분석을 이용한 서술형 강의평가 연구. *디지털융복합연구*, 14(11), 101-106.
15. 최현종(2019). 텍스트 마이닝을 활용한 고등학교 정보 교과서 핵심 개념의 빈도 분석. *예술인문사회융합멀티미디어논문지*, 9(11), 419-429.
16. 하정윤·나민주(2017). 학생의 강의 만족 및 불만 요인은 무엇인가?: A 대 서술형 강의평가 자료를 중심으로. *교육연구논총*, 38(3), 61-77.
17. 허미선·이정민(2021). 국내 캡스톤 디자인 교육의 학습효과에 관한



- 메타분석. *한국콘텐츠학회논문지*, 21(4), 331-346.
18. Blei, David M.(2012). *Introduction to Probabilistic Topic Models*. Retrieved March 12, 2021. from <https://www.eecis.udel.edu/~shatkay/Course/papers/UIntrotoTopicModelsBlei2011-5.pdf>.
  19. Hotaling, N. et al.(2012). A quantitative analysis of the effects of a multidisciplinary engineering capstone design course. *Journal of Engineering Education*, 101(4), 630-656.
  20. Hotho, A., Nürnbergger, A. & Paaß, G.(2005). A brief survey of text mining. *In Ldv Forum*, 20(1), 19-62.
  21. Kaur, A. & Kaur, H.(2018). Framework for Opinion Mining Approach to Augment Education System Performance. *arXiv preprint arXiv: 1806.09279*.
  22. Kim, M-S.(2019). Lessons from a capstone design course with a 3D printing project. *Global Journal of Engineering Education*, 21(3), 179-188.
  23. Palmer, S. & Hall, W.(2011). An evaluation of a project-based learning initiative in engineering education. *European Journal of Engineering Education*, 36(4), 357-365.
  24. Staehle, M. M. et al.(2015). Communication-based learning objectives in a four-year engineering curriculum: a longitudinal analysis. *Global Journal of Engineering Education*, 17(1), 7-13.
  25. Whitfield, C. A., Rhoads, R. B. & Allenstein, J. T.(2015). Multidisciplinary capstone: academic preparation and important outcomes for engineering practice. *International Journal of Engineering Education*, 31, 1780-1798.



**위광호 (Wi, Gwang-ho)**

2016년: 한국외국어대학교 산업경영공학과 입학  
 2022년: 한국외국어대학교 산업경영공학과 재학중  
 관심분야: 텍스트 마이닝 응용  
 E-mail: peach97089@gmail.com



**김윤진 (Kim, Yun-jin)**

2018년: 한국외국어대학교 산업경영공학과 입학  
 2022년: 한국외국어대학교 산업경영공학과 졸업  
 관심분야: 텍스트 마이닝 응용  
 E-mail: roemv5683@naver.com



**김문수 (Kim, Moon-soo)**

1999년: 서울대학교 공학박사  
 1999년-2004년: 한국전자통신연구원 선임연구원  
 2004년-2006년: 강릉원주대학교 산업시스템공학과 조교수  
 2006년~현재: 한국외국어대학교 산업경영공학과 교수  
 관심분야: 기술경영/정책, 공학교육, 캡스톤디자인  
 E-mail : kms@hufs.ac.kr