

---

---

# 공학교육 만족도 지수에 기반한 전략연구

이승용, 윤재용, 김태현, 손소영  
연세대학교 정보산업공학과

## Strategic Analysis for Engineering Education based on Customer Satisfaction Index

Seung-Yong Lee, Jae-Yong Yoon, Tae-Hyun Kim, So Young Sohn  
Department of Information & Industrial Engineering  
Yonsei University

### 국문요약

요즘 거론되는 이공계의 위기는 국가 경쟁력을 저해하는 중대한 문제이다. 본 연구에서는 이공계의 위기를 구체적으로 정량화하기 위해, 구조방정식모형을 이용하여 전공과 인성적 측면에서의 학생들의 공학교육 만족도 지수를 산출하였다. 도출된 지수를 바탕으로 공학 교육의 현 주소를 데이터 마이닝 기법을 활용하여 분석하고 그 결과를 토대로 공학 위기 극복을 위한 발전적 전략을 제시하였다.

### Abstract

The crisis of science-engineering field is a significant problem which hinders the improvement of national competitiveness. In this study, we use a structural equation model to propose two kinds of satisfaction indices of engineering education: m index for major and p index for personality. They are used to improve the current situation of engineering education in Korea. Based on the resulting feedback information, we suggest several strategic plans for science-engineering field.

주제어 : 공학교육, 이공계위기, 구조방정식모형, 만족도지수

Keyword : Engineering Education, The crisis of science-engineering, Structural Equation Modeling, CSI

## I. 서론

이공계 위기상황 극복을 위해 정부 차원의 지원정책이 쏟아져 나오고 있으며, 대학에서도 수요 지향적 교육, 공학교육인증제도 도입과 같은 제도 개선 움직임과 함께 이공계 위기 대책과 원인 분석에 관한 많은 연구들이 수행되고 있다. 본 연구에서는 공과 대학을 다니고 있는 학생들이 대학에서 성취했다고 느끼는 정도가 그들의 만족도이자, 현재의 공학 위기를 잘 나타낼 수 있는 척도로 보고 두 가지 측면에서의 만족도 개념을 개발하였다. 자신의 전공과 관련되어 성취했다고 느끼는 만족도와 전공 외의 인성적 측면에서 성취했다고 느끼는 만족도가 그들이다(M score & P score). 이 두 가지 관점에서 구조방정식을 이용하여 공학 교육 만족도 지수를 산출하였고 이를 토대로 데이터 마이닝 기법을 적용하여 이공계 위기를 진단하고 그에 대한 대안을 제시하였다. 연구에 사용된 데이터는 연세대학교 공과대학 공학교육혁신센터에서 14개 대학 1254명의 학생들에게 성취도, 대학정책과 정부정책에 관한 사항을 총 54개의 항목에 걸쳐 설문한 것이다.

## II. 구조 방정식을 이용한 공학 교육 만족도 산출

### 1. 구조 방정식 모형

이공계 위기 극복 방안의 제시를 위한 본 연구에서는 현재 이공계 위기 상황을 정량적으로 분석하기 위하여 구조방정식을 활용하여 공학교육 만족도 지수를 산출하였다. 지수를 사용하면 만족도 추이 파악 및 대학, 전공, 지역 간의 비교가 가능하다. 본 연구의 목적에 맞는 구조방정식 모형을 설정함에 있어서, 만족도와 관련된 여러 잠재변수들을 설정하고 이를 만족도에 반영시키도록 모형을 구성하였다. 단순히 공학교육에 대한 만족 정도를 하나의 질문으로 설문하는 것보다 만족도에 큰 영향을 줄 수 있는 대학의 정책, 정부정책, 학생 본인 스스로 느낀 성취도라는 복합적 설문을 실시하여 이들을 총체적으로 만족도에 반영시키는 것이 더 합리적이라 여겨지므로 이들 간의 구조적인 관계를 고려하는 구조방정식 모형의 사용은 적절한 것이라고 볼 수 있다.

대학 내 교육 정책은 대학교육 환경지원에 대한 것과 대학 강의 자체에 관한 것으로 분류할 수 있는데, 이 두 가지를 잠재변수로 설정하였다. 정부정책은 크게 4가지 잠재변수로 나눌 수 있는데 재정지원 정책, 장학금지원정책, 학교교육 방향에 대한 정부지침, 과학인력 양성정책으로 분류할 수 있다. 본 연구에서 정부정책은 가장 거시적인 단위로써 대학 내 교육에 관한 정책에 중대한 영향을 미치는 요소임과 동시에 만족도에도 영향을 주는 요소로 간주하였다. 대학 내 교육 정책은 만족도에 직접적인 영향을 주는 요소로서 설정하였다. 마지막으로 학생들의 성취도는 대학 입학 후 전공 분야와 관련되어 성취한 부분, 인성적 측면에서 성취한 부분으로 나눠 분석하였다.

### 2. 연구 가설

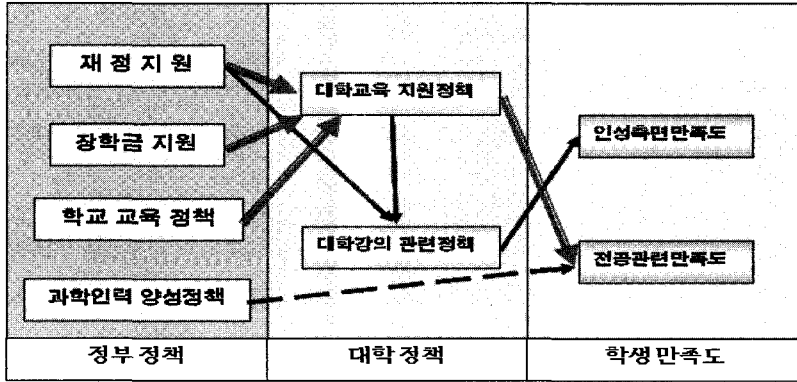
잠재 변수인 학생들의 전공 관련 만족도와 인성 측면의 성취에 관한 만족도에 영향을 줄 수 있는 요인들을 구체화하기 위해 아래와 같은 가정을 수립하였다.

가정1) 정부의 재정 지원 및 정부의 장학금 지원 정책, 학교 교육 정책들은 대학의 교육 환경개선 정책에 영향을 주어 전공 관련 만족도에 영향을 줄 것이다.(그림1 빨간색 2중 선 path)

가정2) 대학의 교육환경 개선정책은 대학강의 관련 정책에 영향을 주어 인성측면 만족도와 전공관련 만족도에 모두 영향을 미친다.(그림1 파란색 단선 path)

가정3) 정부의 과학기술인력 양성정책은 학생들의 전공 성취도에 영향을 주어 그에 따른 전공 만족도에 차이가 있을 것이다. (그림1 검은색 점선 path)

다음은 이런 가설을 바탕으로 수립된 구조 방정식 모형이다.

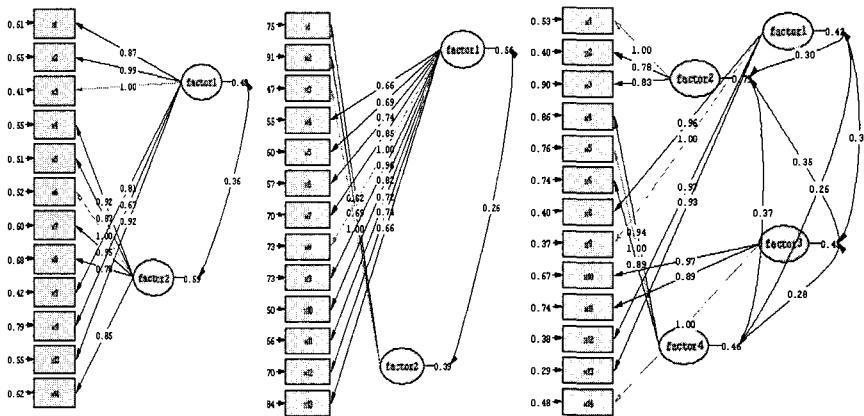


[그림 1] 잠재 변수들 간의 관계를 고려한 SEM

### 3. 확증적 요인분석 및 모형 추정 검증

[그림 2]는 앞의 가설 설정 단계에서 만든 요인들과 이들을 위한 각 측정변수들과의 관계를 파악하기 위한 확증적 요인분석결과와 가설을 바탕으로 요인간의 구조적인 관계를 PLS (Partial Least Square) 방법으로 추정한 결과이다. 최대 가중치 1을 기준으로 대부분 0.7을 넘으므로 잠재변수와 설문지의 측정변수 간의 묶임이 타당하다고 할 수 있다.

※ M-score : 전공(Major) 관련 만족도 / P-score : 인성(Personality) 관련 만족도



만족도	대학정책	정부정책
Factor1 : P-score Factor2 : M-score	Factor1 : 대학 교육 지원 정책 Factor2 : 대학 강의 관련 정책	Factor1 : 재정 지원 Factor2 : 장학금 관련 Factor3 : 학교 교육 정책 Factor4 : 과학 기술 인력 양성 정책

[그림 2] 확증적요인 분석 결과를 바탕으로 추정된 구조방정식

PLS(Partial Least Square)를 이용해서 구조방정식 모형의 모수를 추정할 수 있으나 유의성은 보장할 수 없다. 따라서 Bootstrap Sampling(Resampling 200회) 기법을 이용하여 경로 값의 유의성을 검증하였다.(Sohn&Moon, 2003)

<표 1> Bootstrap을 통한 path 유의성 검증 결과

가정	잠재변수	잠재변수	하 한	추정치	상 한	95% 신뢰구간
1	재정지원	대학교육 지원정책	-0.203	-0.127	-0.055	유의
2	재정지원	대학 강의 관련정책	-0.138	-0.075	-0.014	유의
3	장학금 지원	대학교육 지원정책	-0.138	-0.066	0.005	93~4%
4	학교교육정책	대학교육 지원정책	-0.207	-0.137	-0.074	유의
5	과학인력 양성정책	전공 관련 만족도	0.142	0.179	0.245	유의
6	대학교육 지원정책	대학 강의 관련정책	0.348	0.41	0.476	유의
7	대학교육 지원정책	전공 관련 만족도	0.06	0.133	0.207	유의
8	대학 강의 관련정책	인성측면 만족도	-0.171	-0.082	-0.04	유의

#### 4. 만족도 지수 산출 및 통계 분석

P-score와 M-score에 연결된 로딩 값과 실제 측정 설문 결과 값의 선형 결합을 통하여 각 레코드 별로 P와 M-score를 산출 할 수 있게 되었다. 100점 만점의 지수를 산출하기 위해 아래의 공식을 이용하였다.

만족도 산출 공식	기대값 E 선형 결합식
$INDEX = \frac{E[\eta] - Min[\eta]}{Max[\eta] - Min[\eta]} \times 100$ <p>η : 고객만족에 대한 잠재변수                      E : 기대값                      Max, Min : 응답의 최대 최소값 (5,1)                      (최종 점수는 반올림하여 정수화함)</p>	$P\text{-score } E[\eta] = a_4X_4 + a_5X_5 + a_6X_6 + a_7X_7 + a_8X_8 + a_{14}X_{14}$ $M\text{-score } E[\eta] = a_1X_1 + a_2X_2 + a_3X_3 + a_9X_9 + a_{11}X_{11} + a_{13}X_{13}$ <p>각 레코드별로 기댓값 산출함</p>

<표 2> 만족도 산출을 위한 계수 테이블

만족도 측정변수	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X11	X13	X14
평균(E)	3.51	2.74	3.30	3.10	2.99	3.19	3.08	3.48	3.53	2.73	3.44	3.07
Max	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Min	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
P-score				a4	a5	a6	a7	a8				a14
				0.196	0.195	0.331	0.18	0.183				0.268
M-score	a1	a2	a3						a9	a11	A13	
	0.17	0.291	0.279						0.129	0.375	0.18	

※ 측정 변수는 만족도에 관계된 12개(2개는 빠짐)의 변수를 의미한다. ai는 만족도를 산출하기 위해 각 측정변수 값에 곱해질 상수 계수를 의미한다.

위의 데이터를 근거로 910건의 레코드에 대해 각각 P와 M-score를 산출하였다. 도출된 P와 M-score를 바탕으로 통계 분석을 실시해 보았다.

<표 3> 대학에 따른 만족도

대 학	인원(명)	P-score	M-score	대 학	인원(명)	P-score	M-score
부산대	78	53.41	57.36	한양대	82	54.29	50.61
전북대	64	53.94	50.25	포항공대	64	47.78	52.30
전남대	39	53.23	49.15	카이스트	52	57.21	51.87
충남대	73	58.16	58.81	성균관대	76	49.36	49.71
충북대	61	58.69	53.87	인하대	59	52.69	52.22
서울대	67	56.94	54.59	영남대	63	54.38	50.84
고려대	60	54.03	53.52	경북대	71	49.70	45.43

대학에 따른 만족도 비교에 있어 충청 지역 대학의 인성 측면의 만족도가 다른 지역에 비해 높음을 알 수 있다 (충남, 충북, 카이스트) 전공 측면의 만족도는 충남대가 가장 높게 나타났다. 따라서 두 가지 측면 모두 충남대는 높은 만족도를 보이고 있음을 알 수 있다. 경북대의 경우 P와 M-score는 다른 대학에 비해 매우 낮음을 알 수 있다.

<표 4> 전공에 따른 만족도

전 공	인원	P-score	M-score	전 공	인원	P-score	M-score
건축공학	52	56.50	58.15	컴퓨터공학	76	52.22	53.99
금속공학	21	47.71	55.81	산업공학	54	54.70	51.17
기계공학	136	55.00	52.56	토목환경공학	80	50.01	49.23
도시공학	12	49.17	49.75	화학공학	94	51.35	51.66
세라믹공학	10	57.20	63.00	공학계열	20	47.73	47.45
전기전자공학	156	57.83	54.33	기타	172	52.70	50.82
생명공학	25	58.84	53.00				

전공에 따른 만족도에서 특이한 점은 아직 전공이 결정되지 않은 공학 계열의 경우 불확실한 미래 때문에 전공과 인성 측면의 만족도가 모두 낮음을 알 수 있다.

<표 5> 희망 직업에 따른 만족도

희망 직업	인원(명)	P-score	M-score
대학 교수	78	53.41	57.36
정부출연기관연구원	159	54.88	52.65
대기업 근무	319	54.99	53.41
중소기업 근무	36	50.92	51.78
창 업	94	55.12	52.17
공 무 원	135	51.19	49.91
기 타	88	52.72	50.15

전공 만족도가 높은 학생들이 전공과 관련이 가장 깊은 대학 교수를 희망하고 있다. 또한 전공 만족도가 낮은 집단은 전공과 관련성이 작은 창업이나 공무원을 희망하는 경향이 있다.

### III. 데이터 마이닝 기법을 이용한 분석

지금까지는 구조 방정식을 이용하여 산출된 만족도 점수를 바탕으로 통계적인 자료의 탐색 및 분석을 하였다. 이 장에서는 데이터 마이닝 기법 중 Clustering을 사용하여 연구를 심화 발전시켰다.

앞서 구한 P-score와 M-score를 기준으로 다음의 네 개 군집으로 자료를 분류하였다.

- Cluster 1: M-score, P-score 모두 높은 집단 (162개/910개 레코드)
- Cluster 2: M-score 낮고 P-score 높은 집단 (254개/910개 레코드)
- Cluster 3: M-score, P-score 모두 낮은 집단 (114개/910개 레코드)
- Cluster 4: M-score 높고 P-score 낮은 집단 (380개/910개 레코드)

이 중 P와 M 두 만족도 측면에서 상반된 성격을 가진 집단 2와 4를 연구의 대상으로 삼았다. 2집단은 전공에 대한 성취나 만족도가 상대적으로 낮으나 커뮤니케이션, 창의성 등 인성 측면의 만족도가 높은 집단(이하generalist 집단(G-집단)이라 칭하겠다)이다. 반면 4집단은 전공 성취 혹은 만족도가 상대적으로 높으나 커뮤니케이션, 창의성 성취에 대한 만족도 등이 낮은 집단(전공은 잘 하므로 이하specialist집단(S-집단)이라 칭하겠다)이다.

이번 분석에서는 전공지식은 상당히 갖추었으나, 기본 소양이 부족하고 커뮤니케이션이 미숙해 사회적으로 제대로 평가 받지 못하는 집단인 4집단을 이공계 위기의 한 요인으로 보고 이공계의 위기 극복 방안을 제시하고자 한다.

먼저 통계분석 결과를 토대로 각 대학의 S-집단(공돌이 집단)와 G-집단의 비율을 비교해 보았다. [그림 3]에서 보면 우측에 주로 위치한 일반적인 상위권 대학에서 P-score가 낮고 M-score가 높은 S-집단(공돌이)의 비중이 매우 크게 나타나는 것으로 조사되었다. 또한 S-집단(공돌이)와 대조되는 G-집단의 비율은 상대적으로 낮음을 알 수 있다. 이는 이공계 위기 분석과 교육 만족도의 적용이 단순히 기존 연구에서처럼 전국의 이공계 모든 대학에 천편일률적으로 적용되어서는 안 된다는 것을 나타낸다. 공학교육의 만족도 수준을 높이기 위해서 각 대학의 상황과 특색에 맞게 교육과정을 변화 적용시켜 나가야 할 것이다.



[그림 3] 대학별 G와 S집단의 비율

또 다른 방식의 분석으로서, 클러스터링 된 G, S집단 군집을 가지고 Decision Tree 분석을 시도하였다. 대학에서 개선되어야 할 설문 사항을 설명변수로 사용해 분석한 결과, 전산시스템 등의 학교 시설이 절실하다고 느끼면서, 튜터가 필요하다고 느끼는 쪽에서 공돌이 집단의 비중이 커진다는 물을 찾아낼 수

있었다. 이 결과는 전공 공부에 대한 만족도가 높은 사람들이 오히려 학교지원의 필요성을 더 느낀다는 것을 나타낸다고 할 수 있다. 이는 전공 성취도가 낮은 집단이 더 학교 지원을 필요로 할 것이라는 일반적인 생각과는 상반된 결과이다. 따라서 전공에 대한 성취 만족도가 높은 집단(S-집단)에게는 교육 환경 개선에 대한 투자가 더욱 큰 만족도를 가져올 수 있기 때문에 학교 당국에서는 시설 투자에 비중을 두는 정책이 바람직하다고 생각해 볼 수 있다. 반대로 전공에 대한 성취 만족도가 낮은 G-집단에게는 학교 시설에 대한 투자보다는 전공에 관심을 쏟을 수 있는 여건을 만들어 주는 것이 중요하다고 해 볼 수 있다.

#### IV. 결 론

본 연구에서는 대학정책, 정부정책, 학생 성취도에 관한 설문조사 내용을 바탕으로 공학교육의 두 가지 만족도 지수(대학 입학 후 인성 측면에서의 성취도 혹은 만족도, 전공 관련 성취도 혹은 만족도)를 산출하였다.

대학별로는 인성과 전공 측면의 만족도 점수에 차이를 보이고 있다. 각 대학에서는 부족한 만족도 측면을 보완할 수 있도록 적절한 대응책을 강구해야 할 것이다. 예를 들어 전공 측면의 만족도가 낮을 경우, 공학교육 인종제도 등을 통해 전공 수업 트리를 정비하여 전공 트랙에서 이탈되어 방황하는 학생들이 없도록 유도해야 할 것이다. 인성 측면 만족도가 낮을 경우 학부제의 폐단 중 하나인 소속감 결여, 선후배 간 교류 부재 등이 있는지 살펴보고 적절한 대응책을 마련해야 할 것이다. 전공별로는 공학계열의 학생들이 전공이 정해진 학생들에 비하여 낮은 만족도를 보이고 있다. 이는 공학계열의 학생들은 아직 전공이 정해지지 않은 데에서 나타나는 불확실한 미래에 대한 심리인 것으로 생각된다. 따라서 공학계열의 학생들이 일찍 전공을 탐색할 수 있는 기회를 마련해야 할 것이다.

군집과 분류분석기법을 이용한 분석에 따르면 S-집단과 G-집단 간의 분포 경향에 있어서 학교 간 차이가 있음을 확인하였다. 따라서 이 두 집단의 교육 만족도를 높이기 위한 방법 또한 학교마다 다르게 접근되어야 한다. 전공 공부에 대한 성취도와 만족도가 높은 집단이 많이 속해있는 학교에서는 S-집단의 학생이 비교적 많기 때문에 인성적 측면에서의 성취도를 높일 필요가 있다. 대학에서는 다양한 그룹 활동이나 대외 활동을 경험 할 수 있는 기회를 제공해 줌으로써 학생들의 인성적 측면의 만족도를 높일 수 있다. 사회에서 성공했다는 평가를 받는 이공계 출신들의 모습은 전공 분야의 전문성뿐만 아니라 인성적 측면에서도 높은 성취를 보이고 있다. 이들은 자신의 성과에 대해 적절하게 표현하고 그에 상응하는 보상을 받고 있다. 이러한 성공적 사례가 사회적으로 늘어날 때 이공계의 미래에 대해 걱정하는 학생들의 불안을 덜어줌으로써 이공계 기피를 줄이는 선순환을 만들 수 있을 것이다.

전공 공부에는 성취도가 떨어져 만족도가 낮지만 대인 관계 등의 인성적 측면에서 성취도가 높은 G-집단의 학생이 비교적 많은 학교에서는 학생들의 전공에 대한 관심을 유도할 수 있는 다양한 교육 제도 개선에 중점을 두고 이공계 위기를 극복해 나가야 할 것이다. 전문성이 결여된 학생이 사회에 진출하면 국가의 이공계 분야가 침체 될 수밖에 없고 이는 곧바로 국가 경쟁력의 악화로 이어진다. 이런 현상이 가중될 때 이공계 기피 현상은 더욱 심해질 것이다.

#### [ 참 고 문 헌 ]

박용원, 김병재, 장혁수 (2001). 공학교육 성과 평가에 관한 설문 분석 사례연구. 공학교육 연구, 4(1).

- 손소영, 장인상, 주용규, 문태희 (2005). 구조방정식모형을 이용한 이공계 기피현상 분석연구. submitted for publication.
- 한경희, 김홍규, 문일, 민동준, 이성호, 한봉환 (2005). *A Study on the Development of Engineering Education Process in the 21st Century*. Technical Report.
- So Young Sohn, In Sang Chang (2005). Satisfaction Index of Female Scientists and Engineers in Social Network. *대한산업공학회지*, 31(1), 44-55.