

Initial Weights in the PLS Algorithm for ACSI Based on SEM

Mi-Jung Song¹⁾ · Jiyeon Lee²⁾

Abstract

In this paper, we propose two methods for setting initial weights in the PLS algorithm which is employed to measure the customer satisfaction in SEM. Using data from the survey of the students conducted with the questionnaire of the ACSI survey, we evaluate the education service in terms of the satisfaction level of the students and compare our proposed methods with the previous method.

Keywords : ACSI, Customer Satisfaction, PLS, Structural Equation Model

1. 머리말

최근 많은 기업들이 고객만족을 경영이념으로 채택하고 이의 효율적인 추진을 위해 고객만족도를 측정하고 있다. 고객만족도는 기업의 제품/서비스에 대한 품질의 평가뿐만 아니라 고객유지와 더 나아가 기업의 수익성에 기여하는 측면도 있어 현대 마케팅에서는 그 중요성이 점차 커지고 있다. 고객만족도는 고객만족지수(CSI, Customer Satisfaction Index)라는 도구로 측정되는데 현재 일반화되어 있는 고객만족지수로는 미국고객만족도(ACSI, American Customer Satisfaction Index), 국가고객만족도(NCSI, National Customer Satisfaction Index), 한국고객만족도(KCSI, Korean Customer Satisfaction Index) 등이 있으며, 이들 모두 구조방정식 모형(SEM, Structural Equation Model)을 기본으로 두고 있다. 고객만족은 그 자체가 매우 다차원적인 개념으로써 고객만족을 나타내는 잠재변수와 잠재변수들의 속성을 나타내 주는 측정변수들 사이의 인과 분석을 통해 측정이 가능하기 때문에 구조방정식 모형이 적절한 통계방법이라고 볼 수 있다 (김영찬과 차재성, 2003; Choi, 2005).

1) First Author : Graduate Student, Dept. of Statistics, Yeungnam University, Kyungsan 712-749, Korea

2) Corresponding Author : Associate Professor, Dept. of Statistics, Yeungnam University, Kyungsan 712-749, Korea
E-mail : leejy@yu.ac.kr

구조방정식 모형은 관심영역 속에 있는 인과변수들 사이의 구조적인 관계를 일련의 선형방정식의 형태로 정식화한 것으로, 잠재변수, 측정변수, 측정오차들 사이의 관계를 동시에 고려하여 그 인과관계를 분석하는 방법이다. 구조방정식 모형을 추정하는 방법으로는 최대우도(ML, Maximum Likelihood)를 이용하여 측정요인간의 공분산을 추정하는 ML 방법(김기영과 강현철, 2001)과 최소자승(LS, Least Squares)을 이용하여 예측오차를 최소화시키는 PLS(Partial Least Squares) 방법(Chin, 1998; Fornell and Cha, 1994) 등이 있다. ML 방법은 측정 자료가 다변량 정규분포를 만족해야 하고 많은 수의 자료가 필요하며 부적절한 해의 발생 등의 문제점이 있는 반면에, PLS 방법은 분포의 가정이 필요없고, 상대적으로 작은 수의 자료에도 추정이 가능하며 모수들의 추정값이 왜곡되거나 동일한 변수의 추정값이 여러 가지의 값을 가지는 등의 문제가 발생하지 않는 것으로 알려져 있다 (Fornell and Bookstein, 1982). 또한 고객 만족지수라는 것이 주로 잠재변수인 고객만족의 값을 추정하여 계산하는 값이기 때문에, 경로계수 추정이 중심이 되는 ML 방법보다는 잠재변수 추정이 중심이 되는 PLS 방법이 더 적절하다. 그래서 ACSI 모형과 NCSI 모형에서도 PLS 방법을 적용하고 있다.

본 논문에서는 구조방정식 모형을 추정하는 PLS 방법을 설명하고, PLS 방법의 추정과정 중 초기 가중치를 설정하는 방법에 있어서 개선된 새로운 방법을 제시하고자 한다. 또한 ACSI 모형을 이용하여 대학의 학과에서 제공하는 교육서비스에 대한 재학생들의 만족도를 조사하고, 이 예제 자료를 이용하여 초기 가중치 설정에 따른 차이를 비교하고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 장에서는 구조방정식 모형과 PLS 방법에 대해 설명하고, PLS 방법의 추정과정 중 초기 가중치 설정에 대한 새로운 방법을 제시한다. 3 장에서는 ACSI 모형을 이용하여 학과에서 제공하는 교육 서비스에 대한 재학생들의 만족도를 측정하여 분석하며, 이를 통해 초기 가중치 설정 방법을 비교한다. 4장에서는 본 논문의 결과를 정리한다.

2. 구조방정식 모형과 PLS 방법

잠재변수가 있는 구조방정식 모형을 PLS 방법으로 분석하고자 할 때에는 구조방정식 모형을 구조모형과 측정모형, 그리고 잠재변수를 측정변수들의 선형결합으로 나타내는 가중관계(weight relation)로 구분하여 나타낸다 (Fornell and Cha, 1994).

구조모형(structural model)은 잠재변수들 사이의 인과관계를 나타내며, 모형을 통해 설명되어지지 않는 오차변수가 포함되어 다음과 같이 표현된다.

$$\eta = B\eta + \Gamma\xi + \zeta.$$

여기서, η , ξ 와 ζ 는 각각 내생잠재변수, 외생잠재변수와 오차변수로 이루어진 행렬이고, B 와 Γ 는 잠재변수들 사이의 경로계수들로 이루어진 행렬이다. Fornell and Bookstein(1982)에 의하면 PLS 방법 적용을 위해서는 구조모형에 대한 다음 관계가 성립하여야 한다.

$$E[\eta | \eta, \xi] = B\eta + \Gamma\xi.$$

따라서 $E[\eta \zeta'] = E[\xi \zeta'] = E[\zeta] = 0$ 이며, $\zeta = \eta - E[\eta | \eta, \xi]$ 이다. 측정모형(measurement model)은 잠재변수와 측정변수들 사이의 인과관계를 나타내며, 측정과정에서 발생하는 측정오차 등을 반영하여 다음과 같이 나타낸다.

$$y = \Lambda_y \eta + \epsilon$$

$$x = \Lambda_x \xi + \delta.$$

여기서, y 와 x 는 각각 η , ξ 의 측정변수로 이루어진 행렬이며, Λ_y 와 Λ_x 는 측정모형의 계수행렬이고, ϵ 와 δ 는 각 오차변수로 이루어진 행렬이다. PLS 방법을 적용하기 위해서는 구조모형과 마찬가지로

$$E[y | \eta] = \Lambda_y \eta$$

$$E[x | \xi] = \Lambda_x \xi$$

가 성립하여야 한다. 그러므로 $E[\epsilon] = E[\delta] = E[\eta \epsilon'] = E[\xi \delta'] = 0$ 이다.

PLS 추정과정에서 측정변수들의 선형결합으로 잠재변수의 예측값을 계산할 때 필요한 가중관계는 다음과 같이 정의된다.

$$\hat{\eta} = w_\eta y \quad (2.1)$$

$$\hat{\xi} = w_\xi x. \quad (2.2)$$

단, w_η 와 w_ξ 는 잠재변수의 예측값을 계산하는데 필요한 가중치로 이루어진 행렬이다.

2.1 PLS 방법을 이용한 구조방정식 모형의 분석

PLS 방법은 값이 알려져 있거나 조건에 의해 고정되어 있는 모수들을 이용하여 예측오차를 최소화하는 모수를 찾기 위해 회귀분석을 반복하는 방법으로써, 반복과정은 측정변수들을 이용하여 잠재변수의 값을 계산하는 외부근사(outer approximation) 과정과 잠재변수들 사이의 관계를 이용하여 잠재변수의 값을 계산하는 내부근사(inner approximation) 과정으로 크게 구분할 수 있다 (Fornell and Cha, 1994).

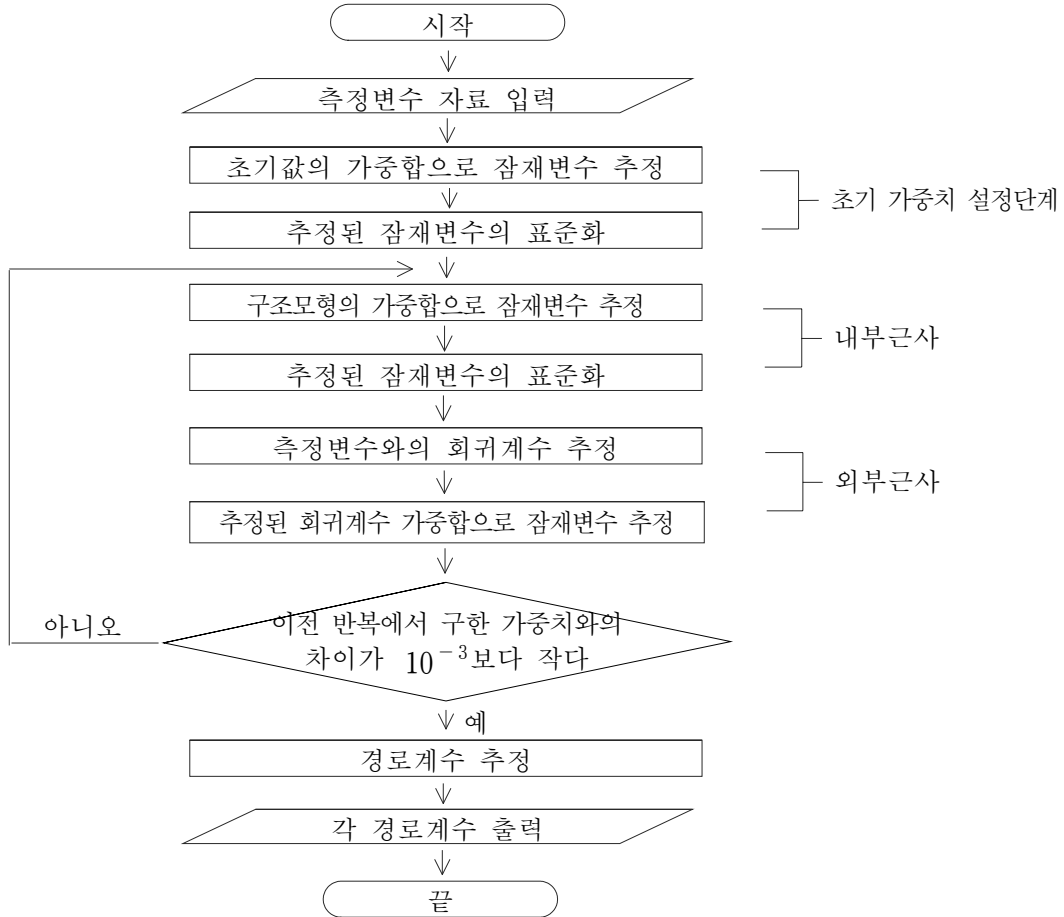
PLS 방법을 이용하여 구조방정식 모형을 분석하기 위해서는 먼저 초기 가중치 설정단계에서 연구자에 의해 주어지는 가중치의 초기값을 이용하여 잠재변수의 값을 추정한다.

추정된 잠재변수 값을 표준화한 뒤, 내부근사에서 잠재변수들의 인과관계에 따라

정의된 가중치 선택 방법(weighting scheme, Fornell and Cha, 1994) 중 하나를 이용하여 가중치를 계산한다. 가중치 선택 방법에는 잠재변수들 사이의 원인, 결과의 역할을 구분하여 가중치를 다르게 하는 경로-가중방법(path-weighting scheme)과 잠재변수들 사이의 역할을 구분하지 않고 두 변수의 상관계수를 가중치로 이용하는 요인-가중방법(factor-weighting scheme), 그리고 구하고자 하는 잠재변수와 그 변수에 영향을 미치는 잠재변수사이의 상관계수의 부호를 가중치로 이용하는 중심-가중방법(centroid-weighting scheme)이 있다. 이 중 변수들 사이의 인과관계를 고려하여 구하고자 하는 잠재변수의 원인이 되는 변수에 대해서는 단순 또는 다중 회귀계수를 가중치로 사용하고, 결과가 되는 변수들에 대해서는 두 변수 사이의 상관계수를 가중치로 사용하는 경로-가중방법이 가장 일반적이고 많이 사용된다. 선택된 방법에 따라 구해진 가중치를 이용하여 구조모형에서 잠재변수들의 가중합으로 새롭게 잠재변수 값을 재추정하고, 다음 단계를 위해 잠재변수 값을 다시 표준화한다.

외부근사에서는 표준화된 잠재변수와 측정변수를 이용하여 단순 혹은 다중 회귀분석을 통해 회귀계수를 추정하고, 식 (2.1)과 (2.2)를 이용하여 측정변수들의 회귀계수 가중합으로 잠재변수 값을 다시 추정하게 된다. 이렇게 구해진 잠재변수의 값을 이용하여 내부근사와 외부근사를 반복하게 된다. 이러한 반복과정은 외부근사에서 각각의 가중치의 값과 앞 단계에서의 가중치 값의 차이가 10^{-3} 보다 작을 때까지 계속 반복한다 (Chin, 1998). 반복과정을 통해 얻어진 최종 가중치를 이용하여 잠재변수의 예측 값을 추정하고, 각 잠재변수의 예측값을 이용하여 단순 또는 다중 회귀분석을 통해 측정모형과 구조모형의 모든 경로계수를 추정한다.

<그림 1>은 PLS 방법을 이용하여 구조방정식 모형을 분석하는 과정을 설명한 순서도이다.



<그림 1> PLS 방법을 이용한 구조방정식 모형 추정과정

2.2 PLS 방법에서의 초기 가중치 설정

PLS 방법을 사용하는데 있어, 첫 단계에서의 가중치의 초기값은 각 잠재변수의 모든 측정변수에 대해 1을 이용하고 있다. 본 논문에서는 가중치의 초기값이 PLS 방법의 반복과정에 영향을 미칠 것으로 예상하고, 두 가지 방법을 제안하고자 한다.

방법 1은 각 잠재변수에 해당하는 설문항목 중 잠재변수를 가장 잘 반영하는 측정변수의 가중치 초기값을 1로 두고 나머지 변수에 대해서는 0으로 두는 방법이다. PLS 방법을 이용하여 구조방정식 모형을 추정할 때, 모든 변수들은 표준화된 변수를 이용한다 (Fornell and Cha, 1994). 그러므로 이 방법을 사용하면 PLS 방법의 과정 중 초기 가중치 설정단계에서 각 잠재변수의 값은 측정변수들의 가중합이 아닌 선택된 한

개의 측정변수 값이 된다. 그리고 그 측정변수의 값은 이미 표준화된 값이므로, 잠재변수 초기값 계산 후의 변수를 표준화하는 단계를 생략할 수 있다. 또한 가중치를 1로 둔 측정변수가 잠재변수의 영향을 가장 많이 받는 변수이므로, 반복과정이 줄어드는 효과를 기대할 수 있다.

방법 2는 각 잠재변수에 연결되어 있는 측정변수들 사이의 상관관계를 측정하여 상관관계수에 따라 초기값을 다르게 설정하는 방법이다. 만약 하나의 잠재변수에 연결되어 있는 두 개의 측정변수가 있을 때 두 변수가 음의 상관관계를 가진다면, 두 변수에 해당되는 경로계수의 추정값은 서로 다른 부호를 가지게 될 것이다. 따라서 잠재변수에 대해 음의 인과효과를 가질 것으로 생각되어지는 변수의 가중치 초기값을 -1로 두고 나머지 변수는 1로 두는 방법은 음의 상관관계를 가지는 변수들에 대한 잠재변수의 수가 많은 모형을 분석하는데 적절한 방법이라고 생각된다. 잠재변수를 계산하기 위한 가중치의 부호는 잠재변수와 측정변수 사이의 인과관계의 부호를 따르므로, 이 방법을 사용하면 반복횟수를 줄일 수 있다.

3. ACSI 모형을 이용한 학과 만족도

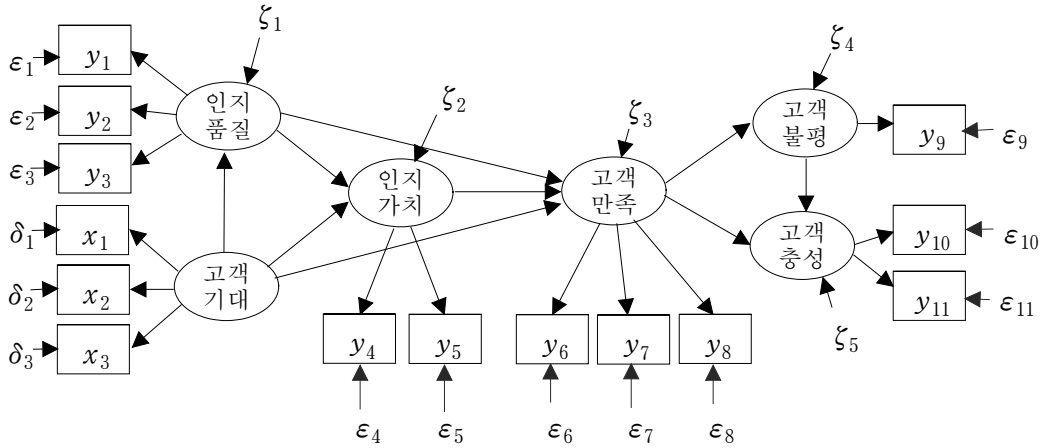
3.1 ACSI 모형

ACSI 모형은 구조방정식 모형을 이용하여 고객만족지수를 측정하는 대표적인 모형으로써, 1994년에 스웨덴 고객만족지표(SCSB)를 기초로 미국품질연구회(ASQ)와 미시간대학의 국가품질연구소(NQRC)에서 개발하였다 (ASQ, 2005). ACSI 모형은 "고객만족"과 "고객만족"의 선행지표와 결과지표 사이의 인과관계를 반영하는 계량모형을 통해 구해진다. ACSI 모형에서 "고객만족"의 선행지표로는 "고객의 구매 전 기대 수준", "고객인지품질", "고객인지가치"가 있으며, 그 결과지표로는 "고객불평률"과 기업의 고객만족 측정의 궁극적인 목표인 "고객충성도"가 있다. ACSI 모형은 6개의 잠재변수와 각 잠재변수에 대한 측정변수들로 이루어져 있으며, 구조방정식 모형으로 나타낸 ACSI 모형은 <그림 2>와 같다.

Fornell et al.(1996)은 ACSI 모형에서 잠재변수와 측정변수 간의 관계를 추정하기 위한 방법으로 PLS 방법을 적용하고 있다. PLS 방법을 이용하여 모형의 분석이 끝난 후, ACSI를 구하는 식은 다음과 같다.

$$ACSI = \frac{E[\xi] - Min[\xi]}{Max[\xi] - Min[\xi]} \times 100$$

여기서, ξ 는 측정변수들의 가중합으로 구해지는 "고객만족"의 예측값이고, $E[\cdot]$, $Min[\cdot]$, $Max[\cdot]$ 는 각 변수의 기대값, 최소값, 최대값을 의미한다.



<그림 2> 구조방정식 모형으로 나타낸 ACSI 모형

3.2 학과 만족도 측정

현재 ACSI는 교육서비스 분야에 대한 만족도 조사는 실시하고 있지는 않지만, 한국생산성본부에서 조사하고 있는 NCSI는 사회교육서비스업으로 분류하여 학교(대학교/전문대학)에 대한 측정이 이루어지고 있다. NCSI는 1998년 한국생산성본부와 미시간대학의 국가품질연구소가 공동으로 개발한 고객만족지수로, ACSI와 동일한 모형을 사용하며 동일한 방법을 통해 산출하고 있다 (한국생산성본부, 2004).

학과 만족도 조사를 위한 설문조사는 현재 재학 중인 학부생을 대상으로 학과에서 제공하는 교과과정, 강의품질, 교육환경, 학생지원 등 교육서비스 품질에 대한 만족도 측정을 위한 설문지를 이용하여 면접조사로 실시되었다. 조사에 사용된 설문문항은 NCSI에 사용되는 문항들을 이용하여 작성한 것으로, 측정변수로 사용하기 위한 15개의 설문문항과 인구통계학적 질문(성별, 학년, 입학동기)으로 구성되어 있다. 설문에서 사용된 측정변수 및 잠재변수는 <표 1>과 같다.

A 학과를 대상으로 조사된 총 179명의 응답인원 중 불성실한 답변을 한 9명의 응답을 제외하고 170명의 자료를 이용하여 학과 만족도에 대한 분석을 실시하였다. 170명 중 남자 59명(34.7%), 여자 111명(65.3%)이었으며, 1학년 44명, 2학년 42명, 3학년 54명, 4학년 30명이었다.

수집된 자료를 바탕으로 ACSI 모형을 이용하여 학과에서 제공하는 교육 서비스에 대한 만족지수를 구하기 위해서 먼저, 모든 측정변수의 초기 가중치를 1로 두고 경로-가중 방법을 적용하였다. <표 2>는 PLS 반복과정을 통해 얻어지는 각 측정변수별 가중치가 수렴하는 과정을 나타낸 것이다. 반복되는 과정에서 각 단계마다 앞 단계에 구해진 가중치와의 차이를 비교하여 모든 모수의 차이가 10^{-3} 보다 작은 경우를 수렴한 것으로 보게 되므로, 모형은 3번의 반복을 통해 모수의 추정이 가능함을 알 수 있다.

<표 1> 대학생 학과 만족도 조사에 사용된 설문문항

변수	측정변수		잠재변수
x_1	입학	전반적 교육서비스 품질 기대수준	고객 기대수준
x_3	전	학생의 개인적 요구 충족도 기대수준	
x_5	평가	교육서비스의 예상되는 문제발생 빈도 기대수준	
x_2	입학	전반적 교육서비스 품질 평가	고객 인지품질
x_4	후	학생의 개인적 서비스 요구 충족도 평가	
x_6	평가	학과의 교육서비스 상의 문제 발생 빈도	
x_7	교육서비스 품질 대비 등록금 수준		고객 인지가치
x_8	등록금 대비 교육서비스 품질 수준		
x_9	전반적인 만족도		고객만족
x_{10}	기대수준 대비 만족수준		
x_{11}	이상적인 교육서비스 대비 만족수준		
x_{12}	학생의 공식/비공식적인 교육서비스에 대한 불평		고객불평
x_{13}	재입학 가능성 평가		고객 충성도
14	재입학시 등록금 인상 허용률		
15	재입학 유도를 위한 등록금 인하 허용률		

> 가격 허용률
(x_{16})

<표 2> 반복과정을 통해 구해진 가중치의 변화

	고객기대수준			고객인지품질			고객인지가치	
	x_1	x_3	x_5	x_2	x_4	x_6	x_7	x_8
초기값	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
반복 1	0.199	0.483	0.588	0.431	0.384	0.351	0.460	0.622
반복 2	0.201	0.484	0.585	0.428	0.382	0.356	0.461	0.621
반복 3	0.200	0.483	0.587	0.427	0.383	0.356	0.461	0.621
반복 4	0.200	0.483	0.587	0.427	0.383	0.356	0.461	0.621

	고객만족			고객불평	고객충성	
	x_9	x_{10}	x_{11}	x_{12}	x_{13}	x_{16}
초기값	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
반복 1	0.380	0.351	0.378	1.000	0.819	-0.308
반복 2	0.390	0.351	0.367	1.000	0.816	-0.313
반복 3	0.390	0.351	0.367	1.000	0.815	-0.314
반복 4	0.390	0.351	0.367	1.000	0.815	-0.314

<표 2>의 가중치와 측정변수의 가중합으로 계산되어진 "고객만족" 이라는 잠재변수의 추정된 값으로부터 A 학과의 교육 서비스에 대한 고객만족지수(CSI)는 51.932점으로 계산되었다. 잠재변수들 사이의 경로계수를 나타낸 경로도는 <그림 3>과 같다.



<그림 3> PLS 방법을 이용한 학과 만족도 측정 결과

통계적 특성에 따른 만족정도의 차이를 알아보기 위해 모형에서 구해진 “고객만족” 잠재변수 값을 이용하여 1~100 사이의 학과에서 제공하는 교육서비스에 대한 만족점수를 계산하였다. 인구통계학적 특성에 따른 교육서비스 만족점수의 차이를 살펴보면 <표 3>과 같다.

<표 3> 통계적 특성에 따른 교육서비스 만족점수

	내 용	N	평균	표준편차	t or F (p-value)
성 별	남	59	55.0685	21.91554	1.247 (NS) ¹⁾
	여	111	51.0017	19.29539	
	합계	170	52.4131	20.27158	
학 년	1학년	44	47.2244	14.94809	0.062 ²⁾ (NS)
	2학년	42	53.8702	22.14738	
	3학년	54	54.3453	20.53143	
	4학년	30	54.5054	23.32761	
	합계	170	52.4131	20.27158	
입학동기	전공에 대한 관심 a	66	56.5930	19.32537	3.031*
	입학성적 a b	65	53.0549	20.30932	
	지인의 권유 a b c	18	49.5971	19.53180	
	기타 b c	12	40.8845	17.16864	
	취업가능성 c	9	38.1293	23.16601	
	합계	170	52.4131	20.27158	

1) NS : $p > .05$, * : $p < .05$, ** : $p < .01$

2) 분산의 동질성 가정을 위배하여 변수변환을 통해 구한 통계량

성별, 학년에 따른 만족점수의 평균차이는 유의수준 5%에서 통계적으로 유의한 차이가 없다고 할 수 있다. 반면에 입학동기에 대한 분산분석 결과를 살펴보면 유의수준 5%에서 통계적으로 차이가 있다고 할 수 있다. 집단별 차이를 알아보기 위해서 다

중집단 비교분석을 실시해 본 결과, 전공에 대한 관심이 많은 학생의 만족점수가 가장 높게 나타났으며 취업가능성이 높을 것으로 예상하고 입학한 학생들의 만족점수가 낮게 나타났다.

3.2 초기 가중치 설정에 따른 비교

앞서 제안한 초기 가중치 설정 방법에 따른 PLS 방법의 반복횟수를 알아보기 위해서, 학과 만족도 측정에 사용된 자료를 이용하여 제안한 두 가지 방법에 따른 초기값에 대한 PLS 방법의 반복과정을 실시하였다.

방법 1을 적용하기 위해서는 다수의 측정변수들 중 각 잠재변수의 영향을 많이 받는 측정변수를 선택해야 한다. ACSI 모형에서 "고객기대수준", "고객인지품질" 그리고 "고객만족"의 경우 전반적인 만족 수준을 측정하는 측정변수들 즉, x_1 , x_2 그리고 x_9 을 각 잠재변수의 영향을 상대적으로 많이 받는 것으로 보고 초기 가중치를 1로 정하고 나머지 관측변수들은 0으로 설정하였다. "고객인지가치"의 경우에는 '등록금 대비 교육서비스 품질 수준' 문항(x_8)이 '교육서비스 품질 대비 등록금 수준'에 비해 "고객인지가치"가 더 많이 반영한 변수라고 생각하여 x_8 의 가중치 초기값을 1로 두고, x_7 의 초기값은 0으로 설정하였으며 "고객충성도"의 경우도 재입학 가능성을 평가하는 측정변수 x_{13} 을 가중치 초기값으로 1을 사용하고 나머지 변수는 0으로 정하였다. 분석한 결과는 다음의 <표 4>와 같다. 반복되는 과정에서 가중치의 차이를 통해 모형은 3번의 반복과정을 거쳐 모수의 추정이 가능함을 알 수 있다.

<표 4> 방법 1로 구해진 가중치의 변화

	고객기대수준			고객인지품질			고객인지가치	
	x_1	x_3	x_5	x_2	x_4	x_6	x_7	x_8
초기값	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	1.000
반복 1	0.225	0.464	0.588	0.431	0.379	0.356	0.459	0.623
반복 2	0.202	0.483	0.586	0.428	0.382	0.356	0.461	0.621
반복 3	0.200	0.483	0.587	0.428	0.382	0.356	0.461	0.621
반복 4	0.200	0.483	0.587	0.428	0.382	0.356	0.461	0.621

	고객만족			고객불평	고객충성	
	x_9	x_{10}	x_{11}	x_{12}	x_{13}	x_{16}
초기값	1.000	0.000	0.000	1.000	1.000	0.000
반복 1	0.391	0.344	0.375	1.000	0.810	-0.321
반복 2	0.390	0.351	0.367	1.000	0.815	-0.314
반복 3	0.390	0.351	0.367	1.000	0.815	-0.314
반복 4	0.390	0.351	0.367	1.000	0.815	-0.314

방법 2를 적용하기 위해 각 잠재변수에 설정되어 있는 측정변수 사이의 상관계수를 구해본 결과, "고객충성도"에 의해 영향을 받는 변수 x_{13} 과 x_{16} 의 상관계수의 값만

음(-)의 값을 가지는 것을 알 수 있었다. 그래서 나머지 변수들에 대한 가중치 초기값은 1로 설정하고, x_{16} 변수의 가중치 초기값을 -1로 하여 구한 가중치 수렴과정은 다음의 <표 5>와 같다. 이 결과 모형은 3번의 반복을 통해 모수의 추정이 가능함을 알 수 있다.

<표 5> 방법 2로 구해진 가중치의 변화

	고객기대수준			고객인지품질			고객인지가치	
	x_1	x_3	x_5	x_2	x_4	x_6	x_7	x_8
초기값	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
반복 1	0.199	0.483	0.588	0.431	0.384	0.351	0.460	0.622
반복 2	0.201	0.484	0.585	0.427	0.383	0.356	0.461	0.621
반복 3	0.200	0.483	0.587	0.427	0.383	0.356	0.461	0.621
반복 4	0.200	0.483	0.587	0.427	0.383	0.356	0.461	0.621

	고객만족			고객불평	고객충성	
	x_9	x_{10}	x_{11}	x_{12}	x_{13}	x_{16}
초기값	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	- 1.000
반복 1	0.388	0.354	0.366	1.000	0.813	-0.316
반복 2	0.390	0.351	0.367	1.000	0.815	-0.314
반복 3	0.390	0.351	0.367	1.000	0.815	-0.314
반복 4	0.390	0.351	0.367	1.000	0.815	-0.314

제안한 방법의 효율성을 확인하기 위해 170개 자료에서 랜덤표본추출을 통해 80개의 자료를 뽑았다. 각 80개의 표본으로 이루어진 6개의 dataset에 대해 초기값 설정 방법을 달리하여 PLS 방법을 이용하여 추정할 때까지의 반복횟수를 비교해 본 결과 다음의 <표 6>과 같다.

<표 6> 초기 가중치 설정 방법에 따른 PLS 방법에서의 반복 횟수

	기존 방법	방법 1	방법 2
dataset 1	4	3	3
dataset 2	5	5	5
dataset 3	4	4	3
dataset 4	3	4	3
dataset 5	4	4	4
dataset 6	4	4	3

여기서 기존 방법은 잠재변수에 대한 모든 측정변수 가중치의 초기값을 1로 설정하는 방법을 나타내며, **방법 1**은 잠재변수를 가장 잘 반영하는 측정변수 가중치의 초기값을 1로 두고 나머지 변수들의 가중치를 0으로 두는 방법이다. **방법 2**는 측정변수들 사이의 상관관계를 고려하여 1과 -1로 구분하여 초기값을 설정하는 방법을 나타낸다.

6 개의 dataset에 대해 반복과정을 실시한 결과, **방법 1**의 경우 반복횟수의 감소는 없었지만, 앞서 언급한 바와 같이 잠재변수의 초기값 계산에 있어 다른 변수와의 합

을 계산하지 않아도 되고 사용되는 변수가 표준화변수이기 때문에 초기값 계산 후 표준화단계를 생략할 수 있어 계산이 간편한 장점이 있었다. 그리고 **방법 2**의 적용을 위해서는 “고객충성도”에 해당하는 x_{13} 과 x_{16} 이 음의 상관관계에 있는 변수임을 고려하여 x_{13} 의 가중치를 1로 두고 x_{16} 의 가중치를 -1로 두고 반복과정을 실시하였다. 이전의 두 가지 방법의 결과와 비교하여 보면 반복횟수가 1번 정도 줄어드는 것을 확인할 수 있었다.

4. 맺음말

본 논문에서는 구조방정식 모형과 구조방정식 모형의 추정 방법 중 PLS 방법에 대해 설명하고, 반복과정 중 초기 가중치 설정에 대해 두 가지 새로운 방법을 제안하였다.

또한 ACSI 모형을 이용하여 학과에서 제공되는 교육 서비스에 대한 학생들의 만족도를 조사하였고, 응답자들의 입학동기에 따라 학과만족도에 차이가 있음을 알 수 있었다. 세부적으로는 전공에 대한 관심이 많은 학생의 만족도가 높고, 취업가능성이 높은 것으로 예상하고 입학한 학생들의 만족도가 낮았다.

학과 만족도를 측정하기 위해 조사된 자료를 이용하여 PLS 방법을 이용한 추정과정 중 초기값 설정에 대해 제시한 두 가지 방법을 비교해 보았다. 예제 자료의 일부를 이용하여 확인한 결과로 자료에 매우 의존적이라는 문제점이 있으나, 모든 변수의 가중치를 동일하게 설정하는 기존의 방법에 비해 반복횟수의 차이와 계산이 단순해지는 장점이 있었다. 잠재변수를 잘 반영하는 측정변수의 가중치를 1로 두고 나머지 측정변수의 가중치를 0으로 두는 방법의 경우 기존의 방법과 반복횟수에는 차이가 없었으나, 잠재변수의 초기값 설정 단계에서 하나의 변수만 계산에 사용하기 때문에 계산이 단순하고 잠재변수 값을 표준화하는 단계를 실시하지 않았다. 측정변수들 사이의 상관관계를 고려하여 가중치를 1과 -1로 두는 방법의 경우에는 변수들의 상관계수를 계산하는 단계가 추가되기는 하지만, 전체 과정을 반복하는 반복횟수가 줄어드는 결과를 얻을 수 있었다.

참고문헌

1. ASQ (2005). American Customer Satisfaction Index(ACSI) Methodology Report, The Regents of the University of Michigan.
2. Chin, W. W. (1998). The Partial Least Squares Approach to Structural Equation Modeling, In Dallas E. Johnson(ed), *Applied Multivariate Methods for Data Analysts*, 295-336, Duxbury Press.
3. Choi, K.-H. (2005). Measurement of the Internet Banking Customer Satisfaction using Structured Equation Model, *Journal of the Korean Data & Information Science Society*, 16(2), 301-311.
4. Fornell, C. and Bookstein, F. L. (1982). Two Structural Equation Models: LISREL and PLS Applied to Consumer Exit-Voice Theory, *Journal of*

- Marketing Research*, 14, 440-450.
5. Fornell, C. and Cha, J. (1994). Partial Least Squares, In Richard P. Bagozzi(ed), *Advanced Methods of Marketing*, 52-78, Blackwell Business.
 6. Fornell, C., Johnson, M. D., Anderson, E. W., Cha, J. and Bryant, B. E. (1996), The American Customer Satisfaction Index : Nature , Purpose, and Findings, *Journal of Marketing*, 60, 337-346.
 7. 김기영, 강현철 (2001). LISREL(SIMPLIS)을 이용한 구조방정식모형의 분석, 자유아카데미.
 8. 김영찬, 차재성 (2003). 고객만족도 측정방법론과 전략적 활용, *마케팅연구*, 18(1), 113-132.
 9. 손소영, 조용관, 소형기, 이승환 (2001). 구조방정식모형을 이용한 두뇌한국(BK) 21의 학생만족도 성과 분석, *IE Interfaces*, 14(4), 429-440.
 10. 한국생산성본부 (2004). 국가고객만족지수(NCSI) 방법론 소개서, KPC.

[2005년 12월 접수, 2006년 2월 채택]