

컨조인트 분석 결과의 보안을 위한 인공 신경망의 활용*

박노진¹⁾

요약

컨조인트 분석은 경영학에서 제품 대안들에 대한 소비자의 선호 정도로부터 소비자가 각 속성에 부여하는 상대적 중요도와 각 속성수준의 효용 부분가치를 추정하는 분석 방법이다. 본 논문에서는 초등학교 컴퓨터 특기 적성 교육 과목 들에 대한 학생들의 선호 정도를 컨조인트 분석을 통해 알아보았다. 그 과정에서 특별히 인공 신경망 분석을 부가적으로 수행하면 보다 많은 유용한 지식을 얻을 수 있음을 중점적으로 다루었다.

주요용어: 인공 신경망, 컨조인트 분석.

1. 서론

Green과 Rao (1971)에 의해 소개된 컨조인트분석은 경영학의 마케팅조사 분석기법의 하나로서 그 유용성을 인정받아오고 있다. 다양한 분야에서 사용되고 있는데, 예를 들어 제품의 최적조합 발견 (Green 등, 1981), 시장세분화 (Kamakura, 1988), 대중교통서비스의 품질향상 (Barone과 Lombardo, 2004) 그리고 최근 국내의 연구 결과로는 휴대전화기 신제품 개발이 있다 (김부용, 2005). 각 마케팅 분야에서 컨조인트 분석은 어떤 제품이 갖고 있는 속성에 고객들이 부여하는 효용을 추정함으로써, 각 속성이 전체에서 어느 정도의 선호도를 차지하고 있는지를 분석하여 고객이 어떠한 제품을 선호 내지 선택할지를 예측하는 기법이다 (박기남, 2005; 원태연과 장성원, 2001). 컨조인트 분석의 결과는 요인들의 중요도와 각 요인별 수준들의 선호도로 표현되고 각 요인들의 특정 수준들의 새로운 조합에 대한 시뮬레이션을 통해 선호도 점수, 상대적 시장 점유율 등을 예측할 수 있다. 컨조인트 분석의 경우 각 요인에서 한 수준씩 선택한 조합을 예측에 이용하지만, 때로는 필요에 따라 특정 요인에서 두 가지 이상의 수준을 조합에 이용한 경우의 선호도를 알고 싶을 때도 있을 것이다. 컨조인트 분석의 경우 실험 계획의 구성상 분석할 수 있는 속성 조합의 한계로 인해 원하는 조합의 선호도를 알 수 없을 때가 있다. 이러한 요구를 해결하기 위해 기존의 컨조인트 분석에 부가하여 통계적학습의 한 가지 방법인 인공신경망 분석을 이용하면 컨조인트 분석의 결과를 더욱 효율적으로 사용할 수 있음을 보이려 한다. 인공신경망의 경우 연속형, 이산형자료를 모두 다룰 수가 있는데, 인공신경망의 출력을 선호도 순위로 정하고 학습한 후 예측하면 특정 조합의 선호도를 순위로 예측할 수 있을 것이다. 선호도 순위에 영

* 본 연구는 2006년도 단국대학교 교내연구비에 위한 연구임.

1) (448-701) 경기도 용인시 수지구 죽전동, 단국대학교 정보컴퓨터학부, 부교수

E-mail: rjpak@dankook.ac.kr

향을 많이 주는 입력변수를 인공신경망의 상대적 중요도 분석을 통해 선택할 수 있는데 이 경우 역시 같은 요인에서 속한 두 개 이상의 입력 수준이 가장 중요하다고 선택될 수도 있을 것이다.

2. 컨조인트 분석 : 예제

제7차 교육과정에서의 초등학교 컴퓨터 교육과정과 교육내용에 근거하여, 현재 특기적성 컴퓨터 교육은 단계별로 컴퓨터의 모든 프로그램을 학습 하도록 운영되고 있다. 특기적성교육의 과목들을 정리하면 표 2.1와 같다 (교육인적자원부, 2000). 컴퓨터 학습을 하는 학생들의 선호도에 대한 분석에 초점을 두기 위하여 마케팅 조사기법들 가운데 널리 사용하는 컨조인트 통계분석 방법을 사용하였다. 본 연구의 설문조사는 2006년 5월 현재 서울 특별시 소재 3개의 초등학교 4, 5, 6학년 특기적성 컴퓨터 수강학생을 대상으로 하였으며 설문조사는 2006년 3월부터 4월 사이에 이루어졌다. 설문지는 각 학교 학생들에게 동일한 내용의 설문지로 총 220부를 배부 하였다. 배포한 설문지는 총 211부가 회수되어 95.9%의 회수율을 보였다. 그 중 미 응답자와 질의에 성실하지 못한 설문지들을 제외하고 192부를 논문의 자료로 사용하였다. 본 연구에서는 학생들이 특기적성 컴퓨터 과목을 수강하는 고객의 입장에서 학생들이 스스로 기초, 중급, 고급의 단계별 과정 속에 포함된 세부적인 컴퓨터 과정에 가치를 부여하게 하였다. 컨조인트 분석에서는 (1) 속성들의 수준들을 결합하여 만들어진 다수의 프로파일을 카드의 형태로 응답자에게 제시, 응답자가 이 프로파일들을 살펴보고 선호도에 따라 순위를 부여하는 방법 (순위형)과 (2) 각 프로파일에 대해 점수를 매기는 방법 (점수형)이 있으나 조사 대상자가 초등학생임을 감안하여 본 조사에서는 순위형 방법을 사용하였다. 컴퓨터 교육과정 선호도 분석을 위한 프로파일은 표 2.2과 같다. 각각의 프로파일에 대하여 학생들은 선호하는 과목들로 부터 그렇지 않은 과목들로 순위를 1부터 11까지 기입하였다.

컨조인트 분석 결과를 정리하면 표 2.3과 같은데, 대체적으로 중급과정의 과목들을 중요한 과목으로 인정하고 있다. 전체적으로 선호하는 과목은 (인터넷 활용, 포토샵, 자격증 준비)로 나타났다.

표 2.1: 초등학교 컴퓨터 특기 적성 교육 과목 체계표

과정	과목
기초	아래 한글, 윈도우 활용, 인터넷 활용
중급	인터넷 정보 검색, 파워 포인트, 포토샵
상급	엑셀, 3D 디자인, 자격증 준비

표 2.2: 컨조인트 분석을 위한 프로파일

일련번호	내용			구분
1	아래 한글	파워 포인트	엑셀	사용
2	아래 한글	인터넷 정보검색	3D 디자인	사용
3	인터넷 활용	파워 포인트	자격증	사용
4	윈도우 활용	인터넷 정보검색	자격증	사용
5	인터넷 활용	인터넷 정보검색	엑셀	사용
6	윈도우 활용	파워 포인트	3D 디자인	사용
7	아래 한글	포토샵	자격증	사용
8	인터넷 활용	포토샵	3D 디자인	사용
9	윈도우 활용	포토샵	엑셀	사용
10	아래 한글	파워 포인트	자격증	유보
11	인터넷 활용	인터넷 정보검색	자격증	유보

표 2.3: 컨조인트 분석과 신경망 분석 결과

과정	과목	부분가치 추정치	신경망 입력 필드/변수 상대적 중요도 (비율)
기초	아래 한글	-.1333	.0215(10%)
	윈도우 활용	-.1167	.0165(8%)
	인터넷 활용	.2500	.0152(7%)
중급	인터넷 정보 검색	-.4056	.0406(19%)
	파워 포인트	-.1556	.0139(7%)
	포토샵	.5611	.0429(20%)
고급	엑셀	-.2528	.0242(11%)
	3D 디자인	.0639	.0155(7%)
	자격증 준비	.1889	.0209(10%)
중요도	기초	21.40	
	중급	53.95	
	고급	24.65	

3. 신경망 분석의 부가적 활용

여러 정보를 처리하는 데 있어서 인간의 두뇌와 비슷한 방식으로 처리하기 위한 구성 및 알고리즘이 인공신경망의 주제가 된다. 사람의 두뇌는 뉴론이라고 부르는 구조 단위로 구성되어 있고, 경험을 통해 패턴 인식이나 인지 등 여러 특정한 기능들을 알 수 있다. 예를 들면, 사람은 눈을 통해 여러 사물을 인식하게 되는데 이런 영상 정보 처리 작업은 주위 환

경이나 여러 사물간의 상관 작용들을 종합적으로 해석하여 사물들을 인식하게 되는데 이러한 복잡한 신경처리 과정이 두뇌에서 일어난다. 가장 보편적인 인공신경망 기법인 전방향 (feed-forward) 네트워크는 가장 단순하고 가장 유용한 네트워크로 몇 가지 결정해야 할 다음과 같은 기본 구성 요소가 있다 (Smith, 1993): (1) 네트워크 구성, (2) 입/출력의 단위, (3) 활성화 함수 (4) 네트워크 학습 방법. 본 논문이 신경망의 부가적 활용에 초점을 맞추고 있음을 감안하여 네트워크 구성에 대한 전산학적 언급은 생략하겠다. 신경망의 학습은 데이터 마이닝 전문 소프트웨어인 '클레멘타인'을 이용하였다. 계산 결과 적당하다고 판단된 네트워크 모형은 다음과 같다:

1. 네트워크 구성: 입력층-9개의 노드, 1개의 은닉층-11개의 노드, 출력층-1개의 노드
2. 입/출력의 단위: 입력 값은 0과 1을 사용한다. 예를 들어 '기초과정 -인터넷 활용 과목'은 (1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0), '고급과정 -자격증 준비 과목'은 (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1)와 같은 방식으로 입력한다. 출력은 0과 1사이의 값을 변환하여 사용한다. 예를 들어, 순위 1은 0.0, 순위 2는 0.1, 같은 방식으로 순위 11은 1.0등으로 변환하여 사용한다.
3. 활성화 함수: 시그모이드 함수
4. 네트워크 학습 방법: back-propagation 방법; 전체 데이터 중 75%를 무작위 추출하여 학습에 사용한다.

클레멘타인에서 제공하는 상대적 중요도 (relative importance of inputs)는 Watkins (1997)의 결과를 이용하여 제공된다. 그 방법을 요약하면 각 변수 (또는 필드)에 대하여 복원임의추출에 의한 두 개의 입력값을 이용한 학습에 대한 출력값의 최대 차이를 역시 임의의 추출된 두 개의 목표값들의 최대 차이 비를 이용하여 상대적 중요도를 결정한다.

신경망 학습 및 예측 결과를 정리하면 다음과 같다.

1. 학습 결과의 예측 정확도는 73.32%로 계산되었다.
2. 표 2.3에 의하면 신경망 모델을 통한 입력필드의 중요도와 컨조인트 분석에 의한 부분가치의 추정치의 절대값이 대체로 동일한 순서를 갖는다. 중요도와 부분가치에서 가장 선호되는 과목은 (포토샵)으로 나타났다. 전체적으로 볼 때, (포토샵, 인터넷 정보검색, 엑셀)의 조합이 순위 결정에 중요한 필드/변수로 나타나는데, 컨조인트 분석에 의하면 (인터넷 정보검색, 엑셀)의 조합은 부정적인 측면에서 가치를 갖고 있는 것으로 보아 이는 중요하다고 인식하는 과목과 실제적 효용 가치에 대한 인식이 다를 수 시사하고 있다. (포토샵, 인터넷 정보검색)의 조합은 '중급'요인에 속하는 수준들로 컨조인트 분석에서 '중급'의 중요도가 제일 높은 것과 일맥상통하는 면이 있다고 하겠다. 이러한 해석은 컨조인트 분석이 각 수준의 중요도는 제공하고 있지 않음을 감안할 때, 인공 신경망의 보조적 활용의 유용성을 확인할 수 있는 사례라고 할 수 있겠다. 신경망에 의해 상대적으로 중요하며 컨조인트 분석을 통해 긍정적 가치를 갖는 것으로 나타난 (인터넷 활용, 포토샵, 자격증 준비)가 중요성과 효용성에서 가장 선호

되는 조합으로 여겨진다. (정보 검색, 엑셀, 아래 한글)은 순위결정에 중요한 필드/변수이지만 그 선호도의 가치는 부정적임을 또한 알 수 있다. (윈도우 활용, 파워 포인트)의 조합은 두 가지 분석 기법 결과에서 모두 낮은 중요도와 부정적 부분가치를 갖는 조합으로 판단된다. 이 조합은 초등학생들이 아직은 주로 응용프로그램을 사용하고 있고 아직은 프레젠테이션을 많이 활용해야할 상황은 아니라고 판단됨으로 중요도를 인식하지 못할 뿐더러 관심을 유발하기 다소 어렵고 생각된다.

3. 분석결과 가장 높은 선호도를 갖고 있는 두 개의 프로파일과 중급 요인에 속한 수준들의 프로파일을 생각해 보자.

- 시뮬레이션 프로파일 1: 인터넷 활용, 포토샵, 자격증 준비
- 시뮬레이션 프로파일 2: 인터넷 활용, 포토샵, 3D 디자인
- 시뮬레이션 프로파일 3: 인터넷 정보 검색, 파워 포인트, 포토샵

프로파일 1과 2는 실험 설계과정에서 조합이 가능하지만 프로파일 3은 ‘중급’이라는 같은 요인에서만 구성된 조합으로 컨조인트 분석을 위한 실험계획법 내에서는 가능하지 않은 조합이다. 이 경우 컨조인트 분석을 통해서는 선호점수를 예측할 수 없으나 인공신경망을 이용하면 가능하다. 그 결과를 표 3.1에 정리하였다. 컨조인트 분석을 통해 제공된 점수 보다 신경망에 의한 예측 순위가 이해가 훨씬 수월하다고 할 수 있겠다. 프로파일 3의 경우 실험계획의 구성상 분석이 불가능하여 컨조인트 분석으로는 예측이 가능하지 않지만, 신경망을 이용하는 경우 순위가 5위로 예측 가능하다. 컨조인트 분석에 의하면 프로파일 1이 프로파일 2 보다 선호도 점수가 높게 예측되거나 신경망 분석 결과는 반대로 ‘자격증 준비’보다 ‘3D 디자인’을 포함한 조합이 선호도 순위는 높게 나타나고 있다. 역지로 이유를 불허자면, 초등학생들도 나름대로 ‘3D 디자인’을 보다 선호하지만 ‘자격증 준비’가 현실적으로 더 가치가 있다는 어른스럽게 생각하고 있다고 할 수 있겠다.

표 3.1: 시뮬레이션 프로파일 예측결과 (괄호안은 부분가치 추정치, 컨조인트 분석시 상수항 추정치는 5.0)

	기초	중급	고급	컨조인트 예측 점수	신경망 예측순위
프로파일 1	인터넷 활용 (.2500)	포토샵 (.5611)	자격증 준비 (.0637)	6.0	4
프로파일 2	인터넷 활용 (.2500)	포토샵 (.5611)	3D 디자인 (.1889)	5.9	1
프로파일 3		인터넷 정보, 검색 포토샵, 파워 포인트		계산 불가	5

4. 결론

컨조인트 분석에 인공 신경망 분석을 부가적으로 사용할 경우, 컨조인트 분석 단독으로 사용할 때 발견할 수 없는 정보들을 얻을 수 있음을 보였다. 두 가지 분석의 결과가 일치하지 않는 경우도 있으나 이를 통해 다시 한 번 신중하게 문제를 생각할 기회를 제공하는 것은 중요한 의사결정을 유도할 수 있다는 면에서 일견 긍정적인 효과라고 사려된다. 본 논문에서 예시한 것은 인공신경망으로 가능하리라고 여겨지는 많은 효과 중에 일부라고 사려되며 따라서 보다 많은 연구가 요구 된다고 할 수 있겠다. 물론, 저자가 교육학 전문가가 아니지만 본 연구에 따르면 기존의 단계적/계층적 교과과정 보다는 중요도와 부분가치를 고려하여 주제별 교과과정을 운영하는 것을 건의해 본다.

참고문헌

- 김부용 (2005). 휴대전화기 신제품 개발을 위한 컨조인트분석, <품질경영학회지>, **33**, 103-109.
- 교육인적자원부 (2000). 초·중등학교 정보통신기술교육 운영지침, 교육인적자원부.
- 박기남 (2005). 품질기능전개와 컨조인트 분석을 결합한 시장 지향적 자료분석 기법, *Journal of the Korean Data Analysis Society*, **7**, 1065-1076.
- 원태연, 장성원 (2001). <한글 SPSS 통계조사분석>, SPSS 아카데미.
- Barone, S. and Lombardo, A. (2004). Service quality design through a smart use of conjoint analysis, *The Asian Journal of Quality*, **5**, 34-42.
- Green, P. E. and Rao, V. R. (1971). Conjoint measurement for quantifying judgemental data, *Journal of Marketing Research*, **8**, 355-363.
- Green, P. E., Carroll, J. D. and Goldberg, S. M. (1981). A general approach to product design optimization via conjoint analysis, *Journal of Marketing*, **45**, 17-37.
- Kamakura, W. A. (1988). A least squares procedure for benefit segmentation with conjoint experiments, *Journal of Marketing Research*, **25**, 157-167.
- Smith, M. (1993). *Neural Networks for Statistical Modeling*, Van Nostrand Reinhold, New York.
- Watkins, D. (1997). *Clementine's Neural Networks Technical Overview*, SPSS Inc., Chicago.

[2007년 3월 접수, 2007년 4월 채택]

Application of Artificial Neural Network for Conjoint Analysis*

Ro Jin Pak¹⁾

ABSTRACT

The conjoint analysis is widely accepted in the field of marketing as a way to understand and incorporate the structure of customer preferences into the new product design process. We apply the conjoint analysis for understanding preferences about after school computer courses in elementary schools. We show that the artificial neural network analysis in addition to the conjoint analysis is very useful to understand the needs of elementary school students about after school computer courses.

Keywords: Artificial neural network, conjoint analysis.

* The present research was conducted by the the research fund of Dankook University in 2006.

1) Associate Professor, Division of Information and Computer Sciences, Dankook University,
Jukjeon-dong, Yongin-si, Gyeonggi 448-701, Korea

E-mail: rjpak@dankook.ac.kr