

신경망모형을 이용한 외래환자 만족도예측 및 민감도분석

이건직[†], 정영철^{*}, 김미라^{**}

협성대학교 보건관리학과, 한국보건사회연구원 보건정책연구팀^{*},
텍사스 주립대학교 보건정보과학과^{**}

<Abstract>

A Neural Network for Prediction and Sensitivity of Outpatients' Satisfaction

Kyun Jick Lee[†], Young Chul Chung^{*}, Mi Ra Kim^{**}

*Department of Health Management, Hyupsung University,
Health Policy Research Team, Korea Institute for Health and Social Affairs^{*}
School of Health Information Science, University of Texas at Houston^{**}*

This paper aims at developing a prediction model and analyzing a sensitivity for the outpatient's overall satisfaction on utilizing hospital services by using data mining techniques within the context of customer satisfaction. From a total of 906 outpatient cases, 80 percent were randomly selected as the training group and the other 20 percent as the validation group. Cases in the training group were used in the development of the CHAID and Neural Networks. The validation group was used to test the performance of these models. The major findings may be summarized as follows: the CHAID provided six useful predictors - satisfaction with treatment level, satisfaction with healthcare facilities and equipments, satisfaction with registration service, awareness of hospital reputation, satisfaction with staffs courtesy and responsiveness, and satisfaction with nurses kindness.

† 교신저자 : 이건직(031-299-0752, beyond@hyupsung.ac.kr)

The prediction accuracy rates based on MLP (77.90%) is superior to RBF (76.80%).

Key Words : neural network, patient satisfaction, sensitivity analysis, CHAID

I. 서 론

의료시장에 있어 고객만족은 수급간 정보의 비대칭성으로 인해 여타 재화나 서비스에 비해 그 중요성이 배가된다. 무형의 의료서비스를 수요하기 위한 소비자선택은 기존 수요자의 평가에 적잖은 영향을 받게되는데 고객 만족은 소비자 선택에 직접적인 영향을 미치고 있는 것으로 나타나고 있다(Nelson-Wernick *et al.*, 1981; Ware *et al.*, 1983, Fisk *et al.*, 1990; Burns and Beach, 1994).

병원에서의 고객만족과 관련된 기존 연구결과물들은 주로 만족도의 측정(Ware *et al.*, 1983; Elbeck, 1987; Davis, 1999; Hasin *et al.*, 2000)과 고객만족도와 제반 관련 변수들과의 관계에 대한 분석에 집중되어 있다(Fisk, *et al.*, 1990; Hallowell, 1996; Sivadas and Baker-Prewitt, 2000; Ego *et al.*, 2001). 이에 반해 본 논문에서는 고객만족도의 예측과 영향 요인의 대 고객만족도에 대한 민감도를 분석함에 연구의 목적을 두었다. 이를 통해 의료마케팅 전개에 보다 과학적이고 정량적인 의사결정을 도출할 수 있기를 기대한다.

고객만족도의 예측에 영향을 미칠 주요 변수의 선택을 위하여 CHAID(Chi-squared Automatic interaction Detection) 알고리즘을 활용하고자 하며, 고객만족도 예측 모형 수립과 민감도분석을 위하여 신경망(Neural Network) 분석을 활용하고자 한다. 특히, 신경망분석에서는 본 모형에 적합한 알고리즘을 상호 비교하여 타당한 모형을 개발하고자 한다.

II. 자료 및 연구방법

1. 자료 및 변수

병원 고객만족에 미치는 요인에 관한 분석을 위하여 1998년 한국보건사회연구원에서 전문

조사요원의 면접조사를 통해 실시된 「전국의 의료기관 이용자의 소비자 만족도 및 재방문행태 분석조사」 자료중 906명의 외래환자를 대상으로 하였다.

조사에 포함된 변수의 범주는 크게 외래환자의 사회·경제적 범주와 의료서비스 만족도 범주로 구분할 수 있다. 사회·경제적 범주에는 외래환자의 나이, 성, 교육수준 및 가계 월 소득수준으로 4개 변수를 포함하였으며, 의료서비스 만족도 범주에는 전반적 서비스, 직원 이미지, 병원 평판, 병원 홍보, 진료 수준, 진료 시간, 의사의 친절도, 의사의 숙련도, 간호사의 친절도, 간호사의 숙련도, 시설, 접수, 검사, 조제, 정산에 대한 만족도로 총 19개의 변수를 사용하였다.

2. 기술분석

조사대상고객의 사회·경제적 특성 및 부분별 만족도에 관한 기술분석결과는 표 1에 나타나 있다. 응답자의 성비는 여성과 남성이 1.17 대 1.0으로 여성이 상대적으로 많으며 평균나이는 40.2세이다. 평균 교육기간은 11.3년으로 고등학교 졸업에 소요되는 12년과 비교할 때 약간 못 미치고 있다. 가계 월평균 소득은 189.9만원인 것으로 나타났다.

부분별 만족도 수치는 1에서 5까지 리커트의 5점 척도(Likert's 5-point rating scale)로 측정되었다. 전반적으로 의사와 간호사의 친절도에 대한 환자의 만족도는 높았으나, 병원 홍보 및 진료 시간에 대해서는 상대적으로 낮은 만족수준을 나타내었다.

3. 연구방법

환자만족도에 영향을 미치는 주요변수의 도출을 위하여 데이터마이닝 방법론중의 하나인 SPSS사의 'AnswerTree(ver. 2.1)'를 이용한 CHAID 분석을 실시하였다. 또한 의사결정나무를 통해 도출된 환자만족도에 영향을 미치는 변수들중에서 환자의 전반적인 만족도를 목표변수(Target Variable, 또는 종속변수)로 하고 나머지 변수들을 예측변수(Predictor 또는 독립변수)로 하여 신경망 분석도구인 'Neural Connection(ver. 2.0)'을 사용하여 신경망분석을 실시하였으며, 선택된 변수의 예측력을 측정하기 위해 RBF(Radial Basis Function)와 MLP(Multi-Layer Perception)분석을 실시하여 그 결과를 비교하였다.

<표 1> 사용변수의 평균 및 표준편차

	변 수 명	평균	표준편차
Y	전반적 만족도	3.70	0.72
X ₁	성별	1.17*	-
X ₂	나이(세)	40.22	17.46
X ₃	교육수준(년)	11.26	3.58
X ₄	가계 월소득(만원)	189.85	153.50
X ₅	직원 이미지	3.80	0.73
X ₆	병원 평판	3.69	0.80
X ₇	병원 홍보	3.47	0.94
X ₈	진료 수준	3.60	0.76
X ₉	진료 시간	3.39	1.00
X ₁₀	의사 친절도	4.12	0.68
X ₁₁	의사 숙련도	3.96	0.77
X ₁₂	간호사 친절도	4.06	0.68
X ₁₃	간호사 숙련도	3.88	0.76
X ₁₄	시설 만족도	3.53	0.94
X ₁₅	접수 만족도	3.86	0.71
X ₁₆	검사 만족도	3.71	0.80
X ₁₇	조제 만족도	3.64	0.76
X ₁₈	정산 만족도	3.86	0.71

주: * 여자/남자의 비율을 나타냄. 1은 매우 불만족을, 3은 보통을, 5는 매우 만족을 나타냄.

1) CHAID 분석

이는 카이제곱(Chi-square) 통계량 또는 F 검정을 이용하여 목표변수와 예측변수의 유의성을 찾아내고 예측변수간의 유의확률을 서로 비교함으로써 최대유의확률을 지니는 예측변수를 선택하기 위해 가장 유의한 p값(유의확률)을 근거로 나무의 가지치기를 수행하는 나무구조 알고리즘(tree algorithm)을 말한다. 따라서 CHAID 분석은 많은 수의 예측변수중 목표변수에 큰 영향을 미치는 변수를 선택하는 경우 유익한 기준을 제공해준다. 특히, CHAID는 목표변수와 예측변수가 명목형이나 순서형, 연속형 모두의 경우에 활용가능하다는 측면에서 QUEST(Quick, Unbiased, Efficient, Statistical Trees)보다, 또한 분리개수가 다지분리(Multiway)가 가능하다는 측면에서 CART(Classification and Regression Trees)보다 응용범

주가 넓다.

2) 신경망(Neural Network)분석

신경망분석은 결과가 알려진 데이터로부터 반복적인 학습과정을 거쳐 데이터에 숨어있는 패턴을 찾아내는 모델링 분석기법이다. 신경망모형은 투입요소들을 취하여 합산하는 뉴런 혹은 처리요소로 불리는 여러 개의 노드들로 구성되며, 기본 처리요소인 노드는 층으로 배열되는데 하나의 층에 있는 노드는 다음 층의 노드와 연결되는 구조를 갖고 있다.

신경망분석의 학습방법으로는 기본적으로 통제와 비통제 방법이 있는데 통제 학습방법은 예측, 분류, 시계열 모델을 세움에 있어 예측결과를 실제 결과에 비교하여 그에 따라 모델을 조절할 수 있는 방법으로 RBF와 MLP 모형이 이에 속한다. RBF 모형은 신경망분석에 기초가 되는 모형으로 연결강도를 조절해주는 전이함수가 원형기준함수인 단층으로만 구성되어 있는 구조를 갖음에 반해, MLP 모형은 RBF와 달리 은닉층이 두 개 이상인 다층구조를 갖고 있어 상대적으로 분석시간이 오래 소요된다. 한편 비통제 학습은 모델을 훈련시키기 위해 알려진 답을 가지고 있지 않으며 오히려 그 자체의 해석과 확인을 제시하는 것으로 일반적으로 데이터를 분류-집단화시키는 데 사용된다.

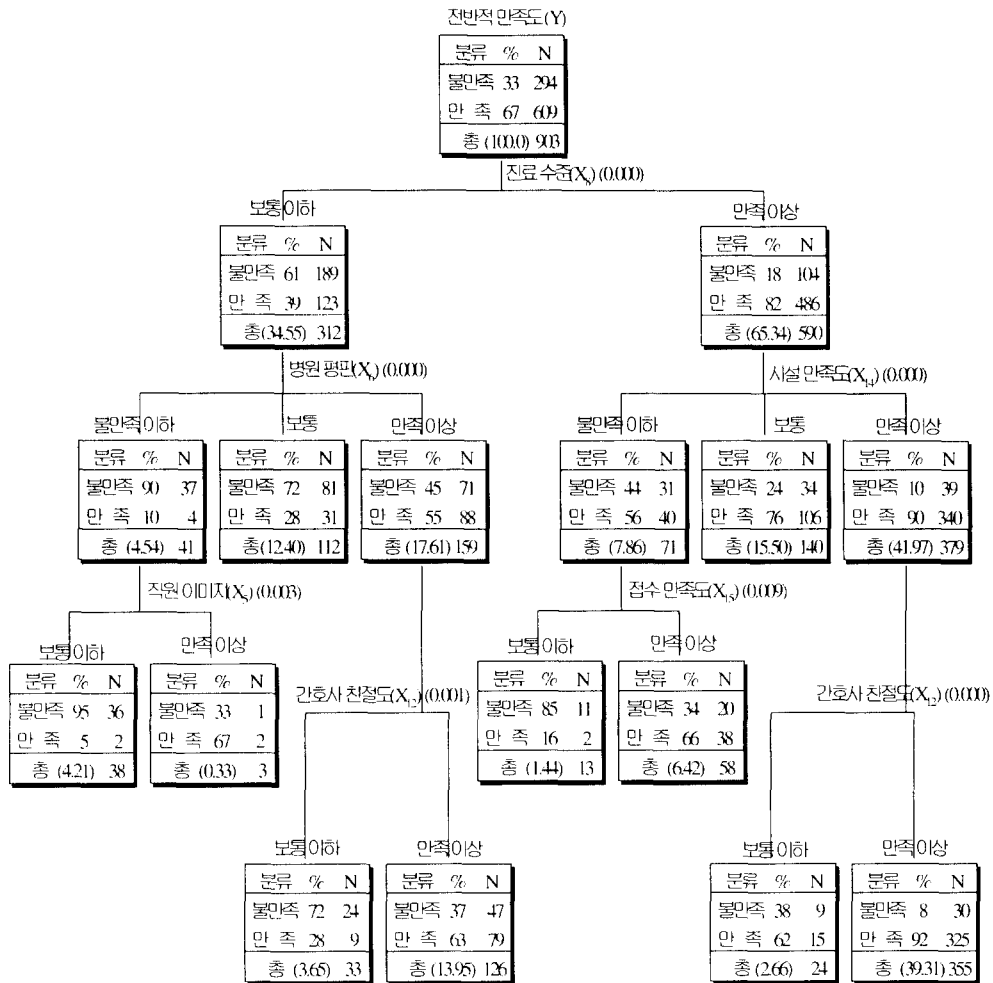
전통적인 통계적 분석은 상대적으로 엄격한 가정에 기초하여 쉬운 이해와 구축할 모형이 결정되고 나면 분석이 손쉽게 이루어지는 장점을 갖고 있다. 이에 반해 신경망분석은 데이터의 형식을 모를 때나 문제가 복잡하고 혹은 비선형일 때에는 훨씬 더 좋은 모델을 제공하게 된다. 따라서 신경망분석이 규칙을 추출하기가 어렵다는 단점에도 불구하고 통계적 방법보다 유연하며, 많은 차원에서 더욱 우수한 연구결과를 생산하고 있다(Wilson and Sharda, 1994; Nam and Schaefer, 1995; Lacher *et al.*, 1995).

III. 연구모형 및 분석결과

1. 예측변수의 선정

총조사대상자 906명중 결측값을 포함한 3가지 사례를 제외한 903명을 대상으로 CHAID 분석을 실시한 결과는 그림 1에 나타나있다. CHAID 분석의 편의를 위하여 종속변수인 전반

적 만족도변수를 매우 불만족(1), 보통(3)의 경우를 '불만족', 만족(4)과 매우 만족(5)의 경우를 '만족'으로 재분류하였다. 분석결과 유의확률 0.01% 이하의 수준에서 환자의 전반적 만족도에 유의미하게 영향을 미치는 변수로는 진료수준에 대한 만족도, 병원의 시설에 대한 만족도, 병원에 대한 주위의 평판정도, 간호사의 친절에 대한 만족도, 전반적 접수과정에 대한 만족도 및 직원 용모에 대한 만족도로 총 6개 변수가 선택되었다.



주 : 괄호안 수치는 유의확률(p-값)을 나타냄.

그림 1. 전반적 만족도에 대한 CHAID 의사결정나무분석

그림 1을 보면 전반적 만족도에 영향을 가장 크게 미치는 변수로는 진료수준에 대한 만족도인 것으로 나타났다. 전반적 만족도가 가장 높은 집단(92%)의 특성으로는 진료수준과 병원의 시설 및 간호사의 친절도에 대해 만족 및 매우 만족하는 집단으로 전체에 39.31%를 차지하는 것으로 나타났다. 반면에 전반적 만족도가 가장 낮은 집단(5%)의 특성으로는 진료수준에 대해 보통 이하라고 평가하며, 병원의 평판에 대해 불만족과 매우 불만족하고, 직원의 용모에 대한 만족도에 대해 보통 이하라고 판단하는 4.21%의 집단으로 나타났다.

CHAID의 결과는 평균 67%의 전반적 만족도를 나타내고 있는 환자집단을 세분화한 결과 최하 5%에서 최고 92%까지 극명하게 차이를 보이고 있음을 알 수 있다. 따라서 일률적인 만족도 제고전략이 개별환자나 고객에게 실제로 효과를 나타내기에는 상당한 한계가 있을 수 있다고 판단된다. 또한 전반적 만족도에 중요하게 영향을 미치고 있는 진료수준에 대한 만족도를 기준으로 보았을 때 만족집단과 불만족집단에 대해 미치고 있는 영향 변수의 성격이 차이남을 볼 수 있다. 즉, 진료수준에 만족한 집단은 병원의 시설과 접수과정에 민감한 반면, 진료수준에 불만족한 집단은 병원의 평판과 직원의 용모에 상대적으로 더욱 민감한 것을 알 수 있다. 그러나 간호사의 친절도에 대해서는 양집단이 동일하게 영향받고 있어 주요 통제변수로 선정하였다.

한편 병원에서 제공하는 여러 서비스에 상대적으로 만족하는 집단일수록 병원의 시설과 간호사의 친절도 등 보다 의료기관의 본원적인 서비스환경에 민감한 반면, 불만족한 집단일수록 병원의 평판과 직원 이미지 및 접수 등 부수적인 서비스환경에 민감한 것으로 나타났다.

2. 예측모형의 수립 및 평가

환자의 전반적 만족도의 예측모형을 수립하기 위하여 CHAID 분석을 통해 선택된 6개의 예측변수를 사용하여 신경망분석을 실시하였다. 이를 위하여 활용된 903개의 사례중 80%인 722개의 사례를 예측모형의 수립에 무작위로 할당하였으며, 나머지 20%인 181개의 사례는 이를 검증하는데 사용하였다.

신경망분석은 RBF와 MLP의 두 가지 모형을 선택하였다. RBF 모형의 설정은 입력층과 출력층은 정규분포(Standard)로 정의하고 RBF층의 오차거리를 Euclidean으로, 함수를 Spline으로 정의하였다. 그리고 중심점의 분포는 무작위이며 Random seed는 123으로 정의하였다. MLP 모형의 설정은 입력층과 출력층은 정규분포로 정의하고 은닉층의 수를 2개로 정의하였으며 변환함수는 Sigmoid를 사용하였다. 또한 정지규칙은 Training과 Validation의 RMS 오

차값이 0.001 미만이거나 예측정확도가 95% 이상으로 정의하고 분석하였다(그림 2 참조).

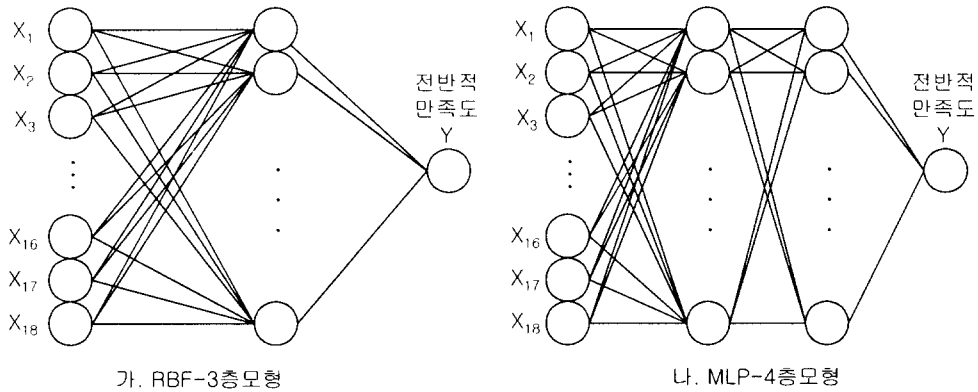


그림 2. 두 신경망모형

RBF 분석결과, 전반적 만족도가 실제 불만족인 60개의 사례중 불만족한 경우로 예측한 사례는 37개이며, 실제 만족인 121개의 사례중 만족한 것으로 예측한 사례가 102개로 나타나 총 181개의 사례 중 139개의 사례를 정확히 예측하여 76.80%의 예측정확도를 나타내었다. 이 모형의 타당성을 의미하는 RMS 오차값은 0.403128로서 비교적 낮은 값을 나타내어 모형이 타당한 것으로 평가되었다(그림 3 참조).

```

** Confusion Matrix For Output 1 **
True      Predicted
-----
0.0+ 0.0+ 0.5+
0.0+ 37  23
0.5+ 19  102

Total number of targets : 181
Total correct : 139
Percentage correct : 76.80%

Output Error Measures
=====
Output:      RMS Error:      Mean Absolute:      Mean Absolute %:
-----
1           0.403128         0.326462           48.834462 %
    
```

그림 3. RBF 모형에 의한 전반적 만족도 예측결과

다음으로 MLP의 경우 전반적 만족도가 실제 불만족인 사례를 불만족한 경우로 예측한 사례는 39개이며, 실제만족인 경우를 만족한 것으로 예측한 사례가 102개로 나타나 총 181개의 사례중 141개의 사례를 정확히 예측하여 77.90%라는 예측정확도를 나타내었다. 이 모형의 타당성을 의미하는 RMS 오차값은 0.402168로서 비교적 낮은 값을 나타내어 모형이 타당한 것으로 평가되었다(그림 4 참조).

이상의 RBF와 MLP의 비교결과 MLP의 예측률이 근사하게 높은 것으로 나타났다.

```

** Confusion Matrix For Output 1 **
True      Predicted
-----
0.0+ 0.0+ 0.5+
0.0+ 39   21
0.5+ 19   102

Total number of targets : 181
Total correct : 141
Percentage correct : 77.90%

Output Error Measures
-----
Output:      RMS Error:      Mean Absolute:      Mean Absolute %:
-----
1           0.402168         0.305451            45.691485 %
    
```

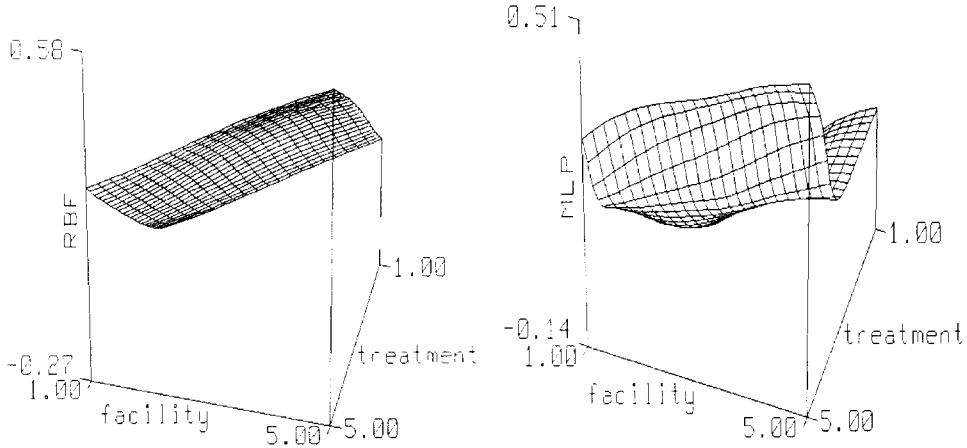
그림 4. MLP 모형에 의한 전반적 만족도 예측결과

3. 시뮬레이션을 이용한 민감도분석

앞에서 논하였지만 신경망분석은 여러 가정의 완화를 통하여 현실 상황에 대한 향상된 분석결과를 생산할 수는 있지만 어떻게 그 답을 얻을 수 있었는 지에 대해서는 설명하기 쉽지 않다. 따라서 본 논문에서는 목표변수에 대한 예측변수의 민감도분석을 통하여 신경망 분석효과를 극대화하고자 한다. 이를 위하여 신경망 분석도구인 Neural Connection(ver. 2.0)의 What if? 모듈을 사용하였다. What if?는 예측변수에 대한 목표변수의 변화를 시뮬레이션을 통해 민감도분석을 수행하는 모듈로 예측변수와 목표변수의 관계가 비선형일 때 특히 유효한 민감도분석 방법이다. 그러나 이 분석방법은 실제 분석에 있어 예측변수의 수를 2개만 사용해야 한다는 제약과 갖고 있다.

본 분석에서는 전반적 만족도에 가장 큰 영향을 미치는 것으로 분석된 진료수준에 대한

만족도와 함께 이에 만족한 집단이 선호하고 있는 병원 시설에 대한 만족도를 통하여 목표 변수에 대한 민감도분석을 실시하였다. 우선 2개의 예측변수를 x, y축으로 모델의 예측치를 z축으로 하는 3 차원의 wire mesh 차트 결과가 그림 5에 각각 RBF와 MLP에 대한 민감도 분석 결과를 나타내고 있다.



가. RBF의 경우

나. MLP의 경우

그림 5. 전반적 만족도 예측반응율과 주요 변수(진료수준 및 병원시설)와의 관계

RBF의 경우 진료수준에 대해 만족할수록 또한 병원의 시설에 만족할수록 비교적 선형적으로 전반적 만족도가 증가하는 것으로 나타났으나, MLP의 경우는 이에 비해 비선형성이 선명한 것이 특징으로 나타났다. 특히 진료수준에 대한 만족도는 그 크기가 보통이하일 경우 전반적 만족도에 별다른 영향을 미치지 않으나, 만족 이상의 수준을 보일 때 급격하게 전반적 만족도를 제고시키는 것으로 나타났다. 따라서 환자의 전반적인 만족도를 측정할 때 병원의 시설이나 환경보다 의사의 진료에 대한 만족도가 더 큰 영향력을 미침을 알 수 있다.

다음으로 예측변수의 변화에 대한 목표변수의 변화량을 구체적으로 파악하기 위하여 다음과 같이 평면상에 그래프로 민감도분석을 실시한 결과 RBF와 MLP별로 각각 다음과 같이 나타났다. 특히 그림 6에서 그림자의 밝은 부분일수록 예측값(전반적 만족도)이 낮고, 어두운 부분일수록 예측값이 높음을 볼 수 있다. RBF 모형에 대한 민감도분석 결과 의사의 진료수준에 대한 만족도가 2.34이고, 병원의 전반적인 환경에 대한 만족도가 2.84인 경우 진료수준

<표 2> 진료수준 변화에 따른 전반적 만족도에 대한 민감도분석

X ₁₄ \ X ₈	1			2			3			4		
	30%	60%	90%	30%	60%	90%	30%	60%	66%	10%	15%	20%
1	1.77	5.43	12.36	31.48	79.91	128.31	208.07	676.42	808.76	90.50	176.59	289.44
2	-0.17	1.19	5.47	25.20	78.26	152.75	275.73	861.68	950.76	89.01	156.66	220.88
3	3.63	12.26	27.20	73.71	188.63	380.48	523.41	1915.85	2064.34	77.71	122.86	155.61
4	17.38	35.94	51.17	12.32	30.56	108.15	94.38	364.11	391.04	55.50	76.49	96.29
5	2.32	3.78	4.16	0.07	7.90	77.37	95.89	275.53	300.49	36.10	50.01	62.11

표 2에서 보면 병원시설에 대한 만족도가 현재 3이고 의료수준에 대한 만족도가 2인 경우 의료수준에 대한 만족도를 현 수준에서 30%, 60% 및 90%로 증진시켰을 경우 목표변수인 전반적 만족도는 각각 73.71%, 188.63%, 380.48%씩 증가하는 것으로 나타났다. 또한 의사의 진료수준에 대한 만족도가 현재 3이고 병원시설에 대한 만족도가 2인 경우, 병원시설에 대한 만족도를 현 수준에서 30%, 60% 및 90%로 증진시켰을 경우 전반적 만족도는 각각 64.38%, 176.11%, 286.69%씩 증가하는 것으로 나타났다.

<표 3> 병원시설 만족도변화에 따른 전반적 만족도에 대한 민감도분석

X ₈ \ X ₁₄	1			2			3			4		
	30%	60%	90%	30%	60%	90%	30%	60%	66%	10%	15%	20%
1	1.56	4.35	9.36	24.01	68.19	120.20	166.84	292.14	308.93	63.77	92.47	116.26
2	2.33	2.64	1.10	27.95	85.96	149.13	281.85	425.78	439.29	30.62	42.24	51.10
3	14.95	23.77	17.22	64.38	176.11	286.69	355.16	537.70	557.05	11.65	23.11	28.26
4	16.15	39.25	65.44	26.32	58.74	103.33	41.80	84.95	92.76	11.98	18.14	24.07
5	9.58	19.25	26.79	6.97	13.74	22.42	10.85	20.22	21.73	3.60	5.24	6.74

IV. 고 찰

본 연구는 병원을 방문한 906명의 외래환자를 대상으로 면접조사한 자료에 기초하여 방문

한 병원의 전반적 만족도를 예측하기 위하여 환자의 사회경제적 변수와 접점별 만족도변수들을 예측변수로 활용하여 분석하였다. 주요 예측변수의 선정을 위하여 CHAID를 활용하였으며 그 결과 선정된 변수를 중심으로 병원의 전반적 만족도 예측모형을 신경망모형을 통해 분석하였다. 총 사례의 80%를 예측모형의 수립에, 나머지 20%를 검증에 위하여 활용하였으며 예측모형 수립을 위해 RBF와 MLP 모형을 사용하였다. 또한 주요 예측변수의 변화에 따른 목표변수인 병원의 전반적인 만족도의 변화양상을 시뮬레이션에 의한 민감도분석을 통해 살펴보았다.

CHAID 분석결과 목표변수인 병원의 전반적인 만족도에 영향을 미치는 주요 변수로는 진료수준에 대한 만족도, 시설에 대한 만족도, 병원 평판도, 접수에 대한 만족도, 직원 이미지에 대한 만족도 및 간호사 친절에 대한 만족도로 나타났다. 이를 활용하여 RBF 및 MLP 신경망모형에 의거해 전반적 만족도를 예측한 결과 MLP 모형에 의한 예측모형의 예측정확도(77.90%)가 다소 높은 것으로 나타났다. 또한 MLP 모형에 기초한 시뮬레이션을 통한 민감도분석결과 시설에 대한 만족도가 보통(3)인 경우 의사의 진료수준에 대해 더욱 만족스럽게 할수록 전반적인 만족도가 크게 증가함을 볼 수 있었으며, 마찬가지로 의사의 진료수준에 대한 만족도가 보통(3)인 경우 시설에 대해 만족스럽게 할수록 전반적인 만족도의 증가폭이 크게 나타남을 알 수 있었다. 따라서 이러한 성향을 갖고 있는 환자집단이 병원의 전반적 만족도를 크게 증대시킴 있어 주요 통제집단이 될 수 있음을 확인할 수 있었다.

참 고 문 헌

- Burns LR and LR Beach(1994). The Quality Improvement Strategy. Health Care Management Review, 19(2): 21-31.
- Davis J(1999). Taking the Measure of Patient Satisfaction. Nursing Times, 95(24): 52-53.
- Ego A., D Subtil and CD Pompeo(2001). Patient Satisfaction with Management of Ectopic Pregnancy. European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology, 98: 83-90.
- Elbeck M(1987). An Approach to Client Satisfaction Measurement as an Attribute of Health Service Quality. Health Care Management Review, 12(3): 47-52.
- Fisk TA, CJ Brown, K Cannizzaro and B Naftal(1990). Creating Patient Satisfaction and

- Loyalty. *Journal of Health Care Marketing*, 10(2): 5-15.
- Hallowell R(1996). The Relationship of Customer Satisfaction, Customer Loyalty and Profitability: an Empirical Study. *International Journal of Service Industries Management*, 7(4): 27-42.
- Hasin MAA, R Seeluangsawat and MA Shareef(2000). Statistical Measures of Customer Satisfaction for Health Care Quality Assurance: a Case Study. *International Journal of Health Care Quality Assurance*, 14(1): 6-13.
- Lacher RC, PK Coats, SC Sharma and LF Fant(1995). A Neural Network for Classifying the Financial Health of a Firm. *European Journal of Operational Research*, 85(1): 53-65.
- Nam K and T Schaefer(1995). Forecasting International Airline Passenger Traffic Using Neural Network. *Logistics and Transportation Review*, 31(3): 239-251
- Nelson-Wernick E, HS Currey, PW Taylor, M Woodbury and A Cantor(1981). Patient Perception of Medical Care, *Health Care Management Review*, 6: 65-72.
- Sivadas E and JL Baker-Prewitt(2000). An Examination of the Relationship between Service Quality, Customer Satisfaction, and Store Loyalty. *International Journal of Retail & Distribution Management*, 28(2): 73-82.
- SPSS Inc(1999). *Answer Tree 2.1 User's Guide*, Chicago: IL, SPSS Inc.
- SPSS Inc(1999). *Neural Connection 2.1 User's Guide*, Chicago: IL, SPSS Inc.
- Ware JE, MK Synder, WR Wright and AR Davies(1983). Defining and Measuring Patient Satisfaction with Medical Care. *Evaluation and Program Planning*, 6: 247-264.
- Wilson RL and R Sharda(1994). Bankruptcy Prediction Using Neural Networks. *Decision Support Systems*, 11(5): 545-557.