

인공신경망과 유전자 알고리즘 기반의 융합모델을 이용한 가전제품의 판매예측

서광규
상명대학교 경영공학과

Sales Prediction of Electronic Appliances using a Convergence Model based on Artificial Neural Network and Genetic Algorithm

Kwang-Kyu Seo

Dept. of Management Engineering, Sangmyung University

요약 북미시장에서 국내 가전업체의 브랜드 및 제품 인지도는 크게 성장했으며 북미 소비자들에게 국내 기업의 제품은 성능이 좋고 혁신적인 기술 제품으로 인식되고 있다. 또한 에너지 절약을 원하는 소비자가 늘어나면서 국내 가전제품의 에너지 절약 측면에서 우수성이 부각됨에 따라 시장점유율이 상승으로 이어지고 있다. 최근 스마트폰과 모바일 기기 시장 확대 및 스마트 그리드 기술 발달의 영향으로 가전제품 시장에도 스마트 열풍이 거세게 몰아치고 있는데, 국내 기업들은 가전제품과 결합된 다양한 부가기능을 통해 소비자 편의를 제공함에 따라 지속적인 제품개발을 하고 있다. 본 연구에서는 지속적인 경쟁우위를 유지하기 위한 방안으로 국내 A사의 북미시장에서의 TV 판매 데이터를 이용하여 북미시장에서의 가전제품 판매예측을 위한 융합모델을 개발하고자 한다. 본 연구에서는 인공신경망과 유전자 알고리즘 기반의 융합모델을 이용한 가전제품의 판매예측을 수행하기로 한다. 추가적으로 본 연구에서는 제안한 융합모델과 기존의 예측모델과의 비교분석을 통해 제안한 융합모델의 우수성을 입증하기로 한다.

주제어 : 인공신경망, 유전자 알고리즘, 융합모델, 판매예측, 가전제품

Abstract The brand and product awareness of Korean electronics companies in the North American market has grown significantly and North American consumers has been recognized as an innovative technology products good performance of Korean electronics appliances. The consumer need of energy saving has led to a rise in market share because Korean electronics appliances have the excellence in energy saving aspects. The expansion of smartphones and mobile devices and the development of smart grid technology can affect electronics market. Domestic companies are continuously develop new product to provide consumers convenient with a variety of additional features combined consumer products. This study proposes a convergence model for sales prediction of electronic appliances using sales data of A company from the North American market. We develop the convergence model for sales prediction based on based on artificial neural network and genetic algorithm. In addition, we validate the superiority of the proposed convergence model by comparing the prediction performance of traditional prediction models.

Key Words : Artificial Neural Network, Genetic Algorithm, Convergence Model, Sales Prediction, Electronic Appliances

* 본 논문은 2014년 상명대학교 교내연구비를 지원받아 수행하였음

Received 13 July 2015, Revised 23 August 2015

Accepted 20 September 2015

Corresponding Author: Kwang-Kyu Seo
(Sangmyung University)

Email: kwangkyu@smu.ac.kr

ISSN: 1738-1916

© The Society of Digital Policy & Management. All rights reserved. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

1. 서론

최근 세계 가전산업에서 한국과 중국 업체들은 인수 합병(M&A)으로 시장 영향력을 확대하고 있다. 전통 강호인 일본의 시장영향력이 축소되고 있는 가운데, 미국 월풀과 스웨덴 일렉트로룩스만이 북미와 유럽 시장에서의 점유율을 크게 차지하고 있다. 국내 삼성전자와 LG전자는 세계 가전 시장에서 두각을 나타내고 있는 가운데, 미국의 GE는 2008년 이후 또다시 가전사업 매각에 나섰다. GE가 이런 결정을 내린 것은 가전사업의 수익성이 나빠기 때문으로 GE는 프리미엄 제품군에서 경쟁력을 잃은 지 오래되었다. 이 때문에 중저가 제품군에 집중해 왔는데, 중저가 제품군마저도 한국과 중국 업체들에 밀리고 있는 형국으로 GE 가전과 조명 부문 영업이익은 지난해 3억8100만 달러로 전체 영업 이익의 2%에 불과했고, 매출은 83억 달러로 총 매출액 비중이 6%에 그쳤다.

북미시장의 경우 중저가 제품은 물론 프리미엄 제품의 수요도 지속적으로 증가하고 있는데, 이는 미국의 경제회복 및 개인 주택경기 회복에 따라 프리미엄 가전 수요가 늘 것으로 전망되고 있기 때문이다. 북미시장의 가전제품 중에서 TV시장을 살펴보면, 북미 TV 시장에서 역대 최고의 실적을 기록하고 있는데, 특히 국내의 S전자의 경우 북미지역 평판TV 시장의 금액으로 보면 최고의 점유율을 기록했으며 평판TV 부문 이외에도 액정표시장치(LCD), 발광다이오드(LED), 스마트, 3D, 플라즈마 디스플레이 패널(PDP) TV 등 전 부문에서 1위의 시장점유율을 차지하고 있다. 북미시장에서 국내 가전업체들이 TV 시장의 점유율을 유지하고 있는 이유는 강력한 제품 경쟁력과 브랜드 파워를 내세워 프리미엄 시장과 중저가 시장을 모두의 점유율을 높게 차지하면서 수익성과 판매량 두 목표를 모두 달성했기 때문으로 분석된다.

이렇게 국내 TV 제조사들이 북미시장에서 선전하고 있음에도 불구하고 국내 TV 제조회사들은 지속적인 시장점유 및 TV 제품의 경쟁력을 유지하기 위한 제품개발, 생산전략, 마케팅 및 영업전략 등을 고민하고 있다.

본 연구에서는 이러한 지속적인 경쟁우위를 유지하기 위한 방안으로 국내 A사의 북미시장에서의 TV 판매예측을 위한 인공신경망과 유전자 알고리즘 기반의 융합모델을 개발하고자 한다. 추가적으로 본 연구에서는 제안한 융합모델과 기존의 예측모델과의 비교분석을 통해 제

안한 융합모델의 우수성을 입증하기로 하는데, 이를 위하여 다양한 예측모델에서 많이 적용되고 있는 다중회귀분석(Multiple Regression Analysis; MRA) [1]과 인공신경망(Artificial Neural Network; ANN) 기반의 예측모델 [2, 3]과 제안한 융합모델과 예측결과를 비교분석하기로 한다. 본 연구의 선행연구와의 차별점은 현재 가전제품인 TV를 대상으로 북미시장에서의 실제 판매데이터를 이용하여 판매예측모델 개발을 수행한 연구를 수행된 사례가 드물며, 특히 TV 모델별로 지원하는 다양한 기능들과 판매량과의 연관성을 분석을 수행한 연구가 진행되지 않았다는 점이다. 따라서 본 연구에서는 A사의 북미에서의 실제 판매데이터를 활용하여 개발한 판매예측모델을 검증하는 것뿐만 아니라 TV 제조사에서 고민하고 있는 부가 가치를 향상시키고 제품경쟁력을 향상시키기 위해 TV의 주요 기능에 따른 판매연관성 분석을 통한 제품 개발 및 마케팅 전략 수립에 도움을 줄 수 있는 실증분석 및 예측 데이터를 제공한다는 것이다.

2. 이론적 배경

2.1 인공신경망

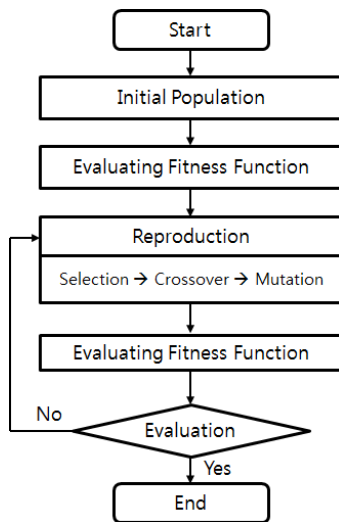
신경망은 인간 뇌의 기본 구조 조직인 뉴런과 뉴런이 연결되어 신호를 처리하는 것처럼 수학적 모델을 도입하여 뉴런이 상호 연결되어 네트워크를 형성하여 학습하도록 한 것이다. 뉴런의 기본적인 기능은 정보의 입력, 입력된 정보의 연산처리 그리고 정보의 출력이며 다수의 뉴런들이 서로 연결되어 신경망을 이루고 있다. 인공신경망의 이론을 살펴보면, 다수의 입력에 대해서 미리 결정된 비선형 함수에 의해서 출력이 이루어지는 형태로 학습이 이루어진다 [4, 5].

신경망 모델은 일반적으로 입력층(Input Layer), 은닉층(Hidden Layer), 출력층(Output Layer)으로 구성되고, 은닉층은 모델에 따라 1-3개의 층으로 구성될 수 있다. 이렇게 구성된 각 층은 기능적으로 연결되는데, 입력층은 외부 입력 모드를 연결하고 입력 단위에 따라 히든층 단위로 보내진다. 여기서 은닉층은 신경망의 내부처리 단위 층으로 신경망의 모드 전환이 주 역할이고 출력층은 산출 모드를 생성하기 위해 사용된다 [6, 7].

2.2 유전자 알고리즘

유전자 알고리즘은 적자생존의 생물학 원리에 바탕을 둔 최적화 기법중의 대표적인 모델로 자연계의 유전과 진화 메커니즘을 공학적으로 모델화한 것이다. 유전자 알고리즘은 해결하고자 하는 문제에 대한 가능한 해들을 정해진 형태의 자료구조로 표현한 후 해들을 점차적으로 변화시킴으로써 점점 더 좋은 해들을 만들어 가는 과정을 거치는데, 이 과정을 진화라고 한다. 유전자 알고리즘에서 최적해를 찾아가는 과정은 [Fig. 1]과 같은데, 잠재적인 해의 후보들을 모아 초기 모집단을 만든 후, 유전자 알고리즘의 연산들을 반복하여 최적 해를 찾아가는 과정을 갖는 모델이다 [8, 9].

유전자 알고리즘은 목적함수에 따라 유전자와 모집단의 크기를 결정하여 초기 유전자 집단을 만든 후 적합도를 계산하여 적합도가 높은 유전자를 선택하여 진화의 과정을 거쳐 다음 세대를 결정한다. 재생산 과정은 선택(selection), 교배(crossover), 돌연변이(mutation) 연산자를 이용하여 해 집단의 다양성을 높이고 적합도가 큰 개체의 발생을 기대하며, 적합도가 기준에 만족될 때까지 재생산과정을 반복한다 [10].



[Fig. 1] Flow diagram of genetic algorithm

유전자 알고리즘 연산은 모집단에서 적합도가 높은 두 개의 부모해를 선택하여 교배가 이루어지고, 이를 계속

반복해 부모를 소멸시켜 자식해를 생산하는데 적합도 점수가 높은 해는 높은 확률로 자식해를 만드는데 사용된다. 단, 이러한 진화가 이루어지는 동안 재생산과 교배 연산자는 집단을 더욱 강하게 해주고 이로 인하여 염색체들은 서로 닮게 되어 유전자의 다양성 없어지게 되어 전역 해(Global Solution)가 아닌 지역 해(Local Solution)에 빠질 수도 있다. 이를 방지하기 위해 염색체 내의 일부를 확률적으로 다른 값으로 바꿔주는 돌연변이를 연산을 사용함으로써 진화의 초기에 모든 염색체의 특정 부분이 고정되는 것을 방지해주고 탐색영역을 확대할 수 있다 [11].

3. 인공신경망과 유전자 알고리즘 기반의 융합모델 개발

3.1 융합 모델 개발

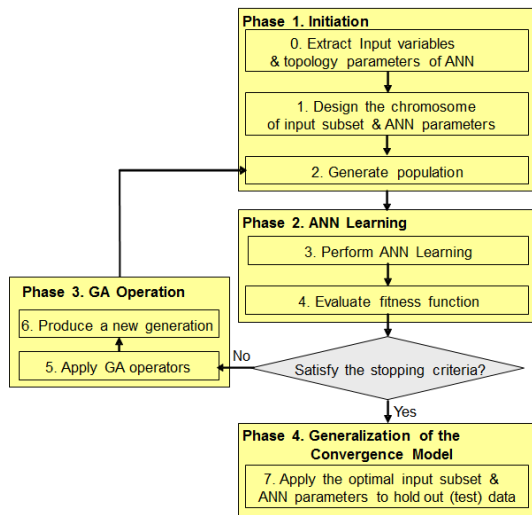
유전자 알고리즘은 주어진 문제의 최적해를 도출해내는 탐색 알고리즘으로써 본 연구에서는 개발하는 융합 모델은 인공신경망에 사용되는 입력값과 topology를 결정하는데 사용된다 [12, 13]. 이 연구에서는 ANN의 topology는 입력변수의 수, 히든층의 수, 히든층을 구성하는 노드 수이다. 본 연구에서 제안하는 인공신경망과 유전자 알고리즘 기반의 융합모델은 [Fig. 2]와 같은데 총 4단계로 구성되는데, 그 내용은 다음과 같다.

1단계(시작) : 시작 단계에서는 입력값들로 사용되는 변수와 인공신경망의 topology를 고려한 chromosome을 설계하고 모집단을 생성하는 단계이다.

2단계(인공신경망 학습) : 이 단계에서는 생성된 chromosome을 통하여 선택된 값을 기반으로 인공신경망 학습을 수행하고 적합도 함수를 평가한다. 만약 이 단계에서 적합도 검사 결과를 만족하면 4단계로 가고, 아니면 3단계로 간다.

3단계(유전자 알고리즘 연산) : 이 단계에서는 유전자 연산자인 선택, 교차, 돌연변이 연산을 통해 새로운 chromosome을 생성하고, 2단계의 과정을 반복한다.

4단계(융합모델 일반화) : 적합도 검사 결과가 만족되면 최적으로 결정된 입력값과 인공신경망 변수들을 적용하여 테스트 데이터에 대한 예측 평가를 수행한다.



[Fig. 2] The proposed ANN and GA based convergence model

3.2 데이터 수집 및 입·출력 변수

본 연구에서는 2012년 북미지역에서 A사의 TV판매 데이터를 주별로 수집한 데이터를 사용하였는데, 이 데이터는 북미지역의 베스트바이, 월마트 등에서 2012년에 판매된 각 가전회사의 TV 모델별 판매 데이터를 모두 포함하고 있다. 확보한 판매 데이터는 30인치 이상의 TV 모델별을 모두 포함하고 있는데, 각 TV모델별 주요 기능도 모두 포함하고 있으며 <Table 1>과 같다.

<Table 1> The sample of data

ASP	LCD	LED	HD	F_HD	Y_USB	NO_USB	...	N_HDMI	A사	B사
6.08	0	1	0	1	1	0	...	4	0	0
6.22	0	1	1	0	1	0	...	4	1	0
6.6	1	0	0	1	1	0	...	4	0	0
6.18	0	1	0	1	1	0	...	2	0	0
7.42	0	1	0	1	1	0	...	4	0	1
...

제안 모델에서의 학습을 위해서는 입·출력 변수를 결정해야 하는데, 입력변수는 <Table 1>의 데이터를 기반을 선정하였다. “결정된 입력변수는 TV사이즈(inches), 평균판매단가(Average Selling Price; ASP), LCD, LED, HD, FULL HD, 대역폭(Hz), IPTV 기능지원여부, 3D 기능지원여부, USB기능지원여부, EPG(Electronic Program Guide) 기능지원여부, ERG(Electronic Ratings Guide) 기

능지원여부, WIRE 기능지원여부, HDMI(High Definition Multimedia Interface) 지원 개수이며, 출력변수는 모델의 판매대수로 선정하였다. <Table 2>는 선정된 입력변수에 대한 설명을 나타내고 있다 [14].”

<Table 2> The input variables

Variables	Description
TV size(inches)	- 32, 37, 40&42, 46& 47, 52, 55, 60, 65&70
ASP	- Average Selling Price
Display type	- LCD or LED
HD type	- HD or Full HD
Bandwidth(Hz)	- 60, 120, 240
IPTV Support	- Yes or No
3D support	- Yes or No
USB support	- Yes or No
EPG support	- Yes or No
ERG support	- Yes or No
Wire support	- Yes or No
No. of HDMI	- 1, 2, 3, 4

3.3 융합모델을 이용한 판매예측 실험

제안한 인공신경망과 유전자 알고리즘이 결합된 융합 모델을 이용하여 TV 판매 예측을 위한 실험 과정은 다음과 같다.

먼저, 입력변수와 인공신경망이 topology 결정을 위해 <Table 2>의 모든 입력변수와 인공신경망의 히든층의 수와 히든층의 노드 수를 고려하여 chromosome을 설계하였다. 히든층의 최대 2개로 결정하였으며 히든층의 노드 수는 Kolmogrov 정의 [15]에 따라 $1 \sim 2n+1$ (n: 입력 노드의 수)개 사이로 설정되도록 설계하였다.

제안한 융합모델에서 유전자 알고리즘 연산 중 선택 연산은 룰렛 선택을 채택하였으며, 교차연산은 균등교차를 적용하였다. 돌연변이의 발생확률은 0.1로 결정하여 예측 실험을 수행하였다.

3.4 모델간 판매예측결과 및 비교분석

본 연구에서는 제안한 인공신경망과 유전자 알고리즘 기반의 융합모델과 전통적으로 예측모델에 적용된 다중 회귀분석(MRA)과 인공신경망(ANN) 모델과 예측 성능을 비교하고자 한다. 실험데이터는 북미지역에서 30인치 이상의 TV판매 데이터를 이용하여 실험을 진행하였는데 총 데이터 셋은 3,218개를 사용하였다.

본 연구에서의 성능평가는 정확도(accuracy)와

RMSE(Root Mean Squared Error) 그리고 r^2 를 사용하기로 한다. 식 (1)는 평가를 위해 사용한 RMSE(Root Mean Squared Error)로서 제안 모델의 실제값과 예측값의 차이를 비교하는 방법이다.

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (A_i - P_i)^2} \quad (1)$$

n : 샘플수, A_i : 실제값, P_i : 예측값

그리고 r^2 는 coefficient of determination으로 식 (2)를 이용하여 계산한다.

$$r^2 = SSR/SST = (SST-SSE)/SST = 1-SSE/SST, \\ 0 \leq r^2 \leq 1 \quad (2)$$

SST: total sum of squares.

SSR: sum of squares due to regression.

SSE: sum of squares due to error.

다중회귀분석(MRA)과 인공신경망(ANN) 모델을 이용한 판매예측은 유의한 입력변수만을 적용하여 예측한 실험결과값을 사용하기로 하는데, 이는 모든 입력변수를 사용한 것보다 예측성능이 더 우수하기 때문이다 [8].

<Table 3>는 다중회귀분석(MRA)과 인공신경망(ANN) 모델 그리고 본 연구에서 제안한 인공신경망과 유전자알고리즘 기반의 융합모델을 적용하여 예측한 성능결과를 보여주고 있다.

<Table 3> The prediction results of MRA, ANN and the proposed convergence models of TV sales

Model	Performance		
	Accuracy(%)	RMSE	r^2
MRA	75.2%	1.4861	0.92
ANN	88.7%	1.3528	0.94
The proposed model	93.6%	1.1245	0.97

본 실험을 통해서 제안한 융합모델을 적용한 북미시장의 TV판매예측모델이 정확도 93.6%로 가장 우수한 성능을 보여주었다. 제안한 융합모델은 다중회귀분석 모델을 적용한 성능보다는 18.4%, 그리고 인공신경망 모델을 적용한 성능보다는 4.9%의 정확도를 향상시켰다.

4. 결론

본 연구에서는 북미시장에서의 TV 판매예측을 위해 국내 A사의 TV 판매 데이터를 이용하여 인공신경망과 유전자 알고리즘을 결합한 융합모델을 개발하였고, 전통적인 예측모델에 많이 적용된 다중회귀분석과 인공신경망을 이용한 예측 모델과의 성능을 비교분석하였다.

먼저, 본 연구에서는 개발한 융합 모델은 인공신경망에 사용되는 입력값과 topology를 결정하기 위하여 유전자 알고리즘이 적용되었는데, 이를 위하여 시작단계, 인공신경망 학습단계, 유전자 알고리즘 연산단계, 그리고 융합모델 일반화 단계의 총 4단계로 구성되었다.

본 실험을 통해서 제안한 융합모델을 적용한 북미시장의 TV판매예측모델이 정확도 93.6%로 가장 우수한 성능을 보여주었는데, 이는 다중회귀분석 모델을 적용한 성능보다는 18.4%, 그리고 인공신경망 모델을 적용한 성능보다는 4.9%의 정확도가 향상되었다.

향후 연구로는 현재 수행된 연구를 좀 더 세분화하여 TV사이즈별로 판매에 유의한 영향을 미치는 요인분석을 보다 상세하게 수행하는 것이 필요하며, 예측 성능을 향상시키기 위한 다양한 알고리즘 등과 결합한 하이브리드 모델을 개발이 지속적으로 필요하다.

ACKNOWLEDGMENTS

This research was supported by a 2014 Research Grant from Sangmyung University.

REFERENCES

- [1] C. -W. Chu, G. P. Zhang, A Comparative Study of Linear and Nonlinear Models for Aggregate Retail Sales Forecasting, International Journal of Production Economics, Vol. 86, No. 3, pp. 217 - 231, 2003.
- [2] J. H. Park, K. -K. Seo, Approximate Life Cycle Assessment of Product Concepts using Multiple Regression Analysis and Artificial Neural Networks, KSME International Journal, Vol. 17, No. 12, pp 1969-1976, 2003.

[3] Z. Guoqiang, B. E. Patuwo, M.Y. Hu, Forecasting with artificial neural networks: The state of the art, *International Journal of Forecasting*, Vol. 14, No. 1, pp. 35 - 62, 1998.

[4] D. C. Park, M.A. El-Sharkawi, R.J. Marks, L.E. Atlas, Electric load forecasting using an artificial neural network, *IEEE Transactions on Power Systems*, Vol. 6, No.2 pp. 442-449, 1991.

[5] K. Iebeling, B. Milton, Designing a neural network for forecasting financial and economic time series, *Neurocomputing*, Vol. 10, No. 3, pp. 215 - 236, 1996.

[6] J. -H. Lee, J. -S. Kim, H. -W. Jang, J. -C. Lee, Drought Forecasting Using the Multi Layer Perceptron (MLP) Artificial Neural Network Model, *Journal of Korea Water Resources Association*, Vol. 46, No. 12, pp. 1249-1263, 2013.

[7] D.E. Rumelhart, G.E. Hinton, R.J. Williams, Learning representations by back-propagating errors, *Nature*, Vol. 323, pp. 533-536, 1986.

[8] W. K. Yeo, Y. M. Seo, S. Y. Lee, H. K. Jee, Study on Water Stage Prediction Using Hybrid Model of ANN and GA, *Journal of Korea Water Resources Association*, Vol. 43, No. 8, pp. 721-731, 2010.

[9] Z. Michalewicz, *Genetic algorithms + data structures=evolution programs (3rd ed.)*, Springer-Verlag, 1996.

[10] D. T. Pham, G. Jin, Genetic algorithm using gradient-like reproduction operator, *Electronics Letters*, Vol. 31, No. 18, pp. 1558-1559, 1995.

[11] D. E. Goldberg, *Genetic algorithms in search, optimization, and machine learning*. Addison-Wesley, 1989.

[12] V. Maniezzo, Genetic evaluation of the topology and weight distribution of neural network, *IEEE Transaction of Neural Network*, Vol. 5, No. 1, pp.39-53, 1994.

[13] M. Nasser, K. Asghari, M.J. Abedini, Optimized scenario for rainfall forecasting using GA coupled with ANN, *Expert Systems with Applications*, Vol. 35, No. 3, pp. 1415-1421, 2008.

[14] K. -K. Seo, Development of a Sales Prediction

Model of Electronic Appliances using Artificial Neural Networks, *Journal of Digital Convergence*, Vol. 12, No. 11, pp. 209-214, 2014.

[15] K. -K. Seo, An Application of One-class Support Vector Machines in Content-based Image Retrieval, *Expert Systems with Applications*, Vol. 33, No. 2, pp. 491 - 498, 2007.

서 광 규(Seo, Kwang Kyu)



- 2002년 8월 : 고려대학교 산업공학과 (공학박사)
- 2003년 3월 ~ 현재 : 상명대학교 경영공학과 교수
- 관심분야 : 경영정보시스템, 클라우드 컴퓨팅, 인공지능, IT융합 등
- E-Mail : kwangkyu@smu.ac.kr