

# 지수평활법을 이용한 인터넷 경매 시스템 낙찰 예정가 생성

고민정, 이용규  
동국대학교 컴퓨터공학과  
e-mail: mjgo@dgu.edu

## Generating Reserve Prices for an Internet Auction System Using Exponential Smoothing Techniques

Min Jung Ko, Yong Kyu Lee  
Dept. of Computer Engineering, Dongguk University

### 요 약

최근에 인터넷을 통한 전자경매가 보편화되면서 경매 물품의 가격 결정에 대한 관심이 증가하고 있다. 또한, 경매물품의 낙찰가를 판매자가 결정하거나 정보 검색이론의 사례 유사도에 기초하여 생성하는 에이전트가 연구되고 있다. 그러나, 이것은 경매 물품에 대한 최근의 변화 요인을 반영하지 못하고, 상품 추천에서 사용하는 사례 유사도를 가격 결정에 적용하여 잘못된 가격이 생성되는 경우가 많다. 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하고자 시계열 예측에서 사용하는 지수평활법을 이용하여 최근의 경매자료로부터 경매 등록 물품의 낙찰 예정가를 자동으로 생성하는 시스템을 제안한다. 성능 실험 결과, 본 시스템을 사용할 경우에 경매 물품의 실제 낙찰가와 차이를 줄여 낙찰률을 높이고, 경매 물품의 객관적인 가격형성이 가능함을 보인다. 또한 기존의 사례 유사도를 이용한 낙찰 예정가 생성 방식과의 성능 비교를 통하여 새로운 방법의 효율성을 나타낸다.

### 1. 서론

인터넷 경매 시스템을 이용하여 물품을 구입하는 경우가 보편화되면서 경매 물품의 가격 결정 방법에 대한 연구가 활발해지고 있다[2].

기존의 인터넷 경매 시스템은 경매 물품의 낙찰 예정가(Reserve Price)[9]를 판매자들이 직접 정하거나, 사례 유사도에 기초하여 가격을 자동으로 생성하는 방식이 제안되었다[6]. 그러나, 이것은 경매 물품에 대한 최근의 변화 요인을 반영하지 못하고, 잘못된 기존 정보 이용으로 인하여 실제 낙찰 가능가와 차이가 큰 낙찰 예정가를 생성한다. 이로 인해서 경매 물품의 낙찰가가 지나치게 낮게 결정되거나, 높은 가격으로 인해 유찰되는 경우가 많다.

본 논문은 잘못된 경매 물품의 낙찰 예정가로 인한 문제점들을 해결하기 위하여 예측 오차가 고려된 낙찰 예정가를 자동으로 생성하고, 이를 경매시스템에 적용하는 방법을 제안한다. 이를 위하여, 과거의 경매 기록 데이터베이스로부터 경매 시점의 가격 정보를 추출하여 시계열 예측 모형을 이용한 낙찰 예정가를 생성한다. 이것은 예측 오차 평가를 통해서 기존에 제안된 방법들과 비교되어 예측 정확도가 높은 모델로 최종 낙찰 예정가를 생성한다. 성능 평가

결과, 본 연구는 기존 시스템들 보다 경매 물품에 대하여 제안된 낙찰 예정가와 실제 낙찰가 사이의 차이를 줄여서 낙찰률을 높이고, 경매 물품에 대하여 지나치게 낮은 가격에 낙찰되는 사례를 방지 할 수 있음을 보인다.

### 2. 관련 연구

기존 전자상거래에서 경매 가격과 관련된 연구로는 사례 유사도를 이용한 낙찰 예정가 생성 방식이 있다[4]. 여기서는 벡터 공간 모델을 이용하여 경매 물품 간의 유사도를 분석하고, 가장 유사한 경매 물품의 낙찰 예정가를 생성하게 된다[3]. 그러나, 이것은 과거의 경매 기록과 인터넷 전자상거래 사이트의 전체 가격 정보를 고려하여 가격을 생성하므로, 경매 물품의 시간적 가격 변화요인을 고려하기가 어렵다. 또한 상품 추천에 활용되는 사례 유사도를 가격 생성에 적용하기 때문에 동일한 값이 많이 발생하여 객관적인 가격을 생성하지 못한다.

과거의 정보를 가지고 미래의 수요를 예측하는 시계열 분석(Time Series Analysis) 방법에는 이동 평균법(Moving Averaging Method)과 지수평활법(Exponential Smoothing Techniques) 등이 있다[7,

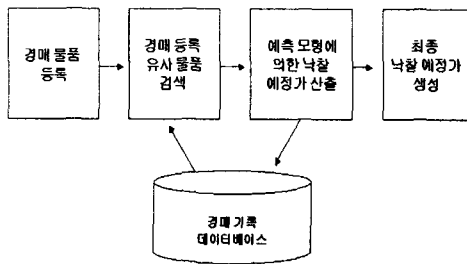
8]. 이것들은 수요나 판매 예측, 주식 시장 분석, 이익 분석 등에 많이 활용된다[3]. 그러나, 이 방법들이 인터넷 경매 시스템에서 경매 물품의 낙찰 예정가 생성에 이용된 경우는 드물다.

3. 낙찰 예정가 자동 생성 방안

본 절에서는 시계열 분석 이론[5]을 경매 시스템에서 적용하여 낙찰 예정가를 자동으로 생성하는 방안을 살펴본다.

3.1 낙찰 예정가 자동 생성 절차

경매 물품을 위한 낙찰 예정가를 생성하는 과정은 [그림 1]과 같다.

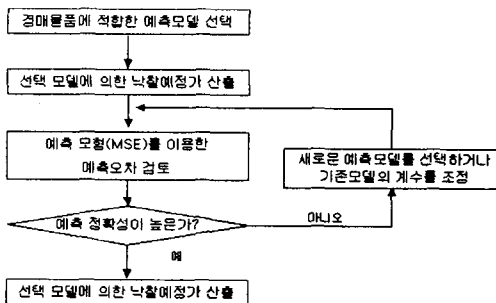


[그림 1] 낙찰 예정가 자동생성 절차

먼저, 경매 물품을 등록하고, 등록된 물품 중에서 가장 유사한 경매 물품을 검색한다. 이것은 경매 기록 데이터베이스를 대상으로 물품의 가격 결정에 중요하게 평가되는 연식과 주행거리를 기준으로 이루어진다. 다음으로는 예측 모형에 의한 낙찰 예정가를 산출하게 되는데, 그 방법은 다음 절에서 설명한다. 마지막으로 전 단계에서 생성된 가격으로 최종 낙찰 예정가를 결정한다.

3.2 예측모형을 이용한 낙찰 예정가 산출

본 절에서는 시계열 분석법에 의해서 낙찰 예정가를 계산하는 절차를 다음 [그림 2]에서 설명하고, 낙찰 예정가 산출에 이용된 방법을 살펴본다.



[그림 2] 예측모형에 의한 낙찰 예정가 산출 흐름도

예측모델로는 단순이동평균, 가중이동평균, 지수평활법을 이용한다[8].

3.2.1 단순이동평균에 의한 낙찰 예정가 산출

단순이동평균에 의해서 낙찰 예정가를 계산하는 방법은 다음 식(1)과 같다.

$$V_t = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (P_{t-i}) \dots\dots\dots(1)$$

$V_t$  = 낙찰 예정가격  
 $P_{t-i}$  = 경매 물품  $t-i$  시점의 낙찰 가격  
 $n$  = 이동평균값을 구하기 위한 기간

이 방법은 현재부터 과거의 일정기간 동안 검색된 낙찰가의 평균으로 낙찰 예정가를 결정한다.

3.2.2 가중이동평균에 의한 낙찰 예정가 산출

가중이동평균 방법[7]은 단순이동평균과 유사하나, 검색된 물품에 대하여 중요도에 따른 가중치를 부여한 평균으로 낙찰 예정가를 계산한다는 점이 다르다. 이를 이용하여 낙찰 예정가를 계산하는 방법은 다음 식 (2)와 같다.

$$V_t = \sum_{i=1}^n (w_{t-i} \cdot P_{t-i}) \dots\dots\dots(2)$$

$V_t$  = 낙찰 예정 가격  
 $P_{t-i}$  = 경매 물품  $t-i$  시점의 낙찰 가격  
 $w$  = 기간  $t-i$ 의 가격 대한 가중치  
 $(\sum_{i=1}^n w_i = 1)$

여기서는 현재부터 과거 순으로 큰 가중치를 부여하여, 시간적 요소가 고려된 낙찰 예정가를 계산한다.

3.2.3 지수평활법에 의한 낙찰 예정가 산출

지수평활이란 과거의 기록에 차별화 된 가중치를 부여하는 가중이동평균과 유사하다. 그러나, 가중이동 평균이 현재부터 일정 기간 동안의 실적을 사용하는데 비해서 지수평활법은 현재부터 과거 모든 기간의 실적들을 사용한다[8]. 이를 이용하여 낙찰 예정가를 계산하는 방법은 식 (3)과 같다.

$$V_t = a \cdot P_{t-1} + (1-a) \cdot V_{t-1} \dots\dots\dots(3)$$

$V_t$  = 낙찰 예정가격  
 $P_{t-1}$  = 경매 물품  $t-1$  시점의 낙찰 가격  
 $a$  = 지수 평활 계수 ( $0 < a < 1$ )

이 방법은 가중이동평균법에서 가중치 부여에 대

한 주관성을 피하고, 자동으로 가중치를 계산한다.

**4. 성능 실험**

본 절에서는 앞에서 제안한 처리 과정의 성능을 시계열 분석 기법들 별로 실험하고, 여기서 선택된 모델로 설계된 새로운 시스템과 기존 시스템의 낙찰 예정가 성능을 비교한다.

**4.1 실험 환경**

성능 실험은 실제 중고 자동차 사이트[10, 11]와 중고 자동차 매매 시장으로부터 수집된 경매기록을 데이터베이스로 구축하여 이용하는데, 여기에는 동일한 자동차 모델에 대한 282건의 실제 경매 자료들이 있고, 하나의 경매 물품에 대한 가격정보로는 과거의 실제 낙찰 가격이 1년 간 월별로 저장되어 있다.

본 논문에서는 이 경매기록 데이터베이스를 대상으로 40건의 경매 물품에 대한 낙찰 예정가를 생성하여 성능 실험을 한다.

**4.2 성능 평가 척도**

예측 모델의 정확도 평가를 위한 기준으로 MSE (Mean Squared Error)를 다음 식(4)에 의해 계산한다. 이것은 생성된 각 기간의 오차 제곱을 모두 합하여 예측 기간의 수로 나눈 것으로 수요 예측 오차 측정에 많이 사용된다[7].

$$E = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (b_i - r_i)^2 \dots\dots\dots(4)$$

- $n$  = 물품의 수
- $b_i$  = 실제 낙찰가
- $r_i$  = 생성된 낙찰 예정가(낙찰 희망가)

본 논문에서는 등록된 경매 물품에 대하여  $E$ 가 가장 적은 지수평활법을 이용하여 최종 낙찰 예정가를 생성한다. 또한  $E$ 를 통하여 성능 실험 결과를 분석한다.

**4.3 실험 결과 분석**

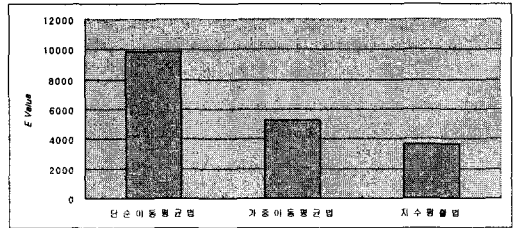
본 절에서는 실험 자료를 대상으로 실험한 결과를 분석한다. 이를 통해 낙찰 예정가 자동 생성 방법의 장점과 특징을 살펴본다.

**4.3.1 낙찰 예정가 생성 방법의 모델별 성능**

본 절에서는 시계열 분석법에 의해서 낙찰 예정가를 생성하는 방법 간의 성능 실험을 한다. 여기에는 단순이동평균, 가중이동평균, 지수평활법이 있다[8].

낙찰 예정가를 산출하는 성능이 좋은 예측 모델을 선택하기 위하여 실험 자료 40건을 대상으로 식(4)에 의하여  $E$  값의 성능을 비교한다. 본 논문은 수요

예측에서 가장 좋은 성능을 보이는 것으로 알려진 지수평활법을 이용한다[1]. 실험 결과는 다음 [그림 3]과 같다.



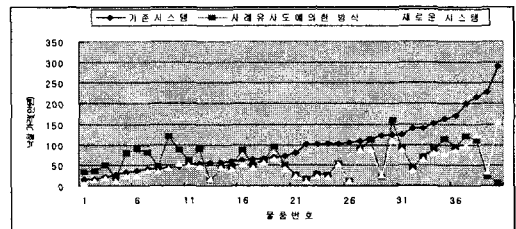
[그림 3] 모델별 E의 성능 비교

결과는 지수평활법에 의한  $E$ 의 값이 3663로 단순이동평균의 9857, 가중이동평균의 5274 보다 가장 작아서 현재의 가격 정보를 과거의 모든 가격정보보다 많은 가중치를 부여한 것이 가장 우수함을 나타낸다. 본 논문에서는 이 방법을 적용하여 낙찰 예정가를 생성한다.

**4.3.2 기존 시스템과의 낙찰 예정가의 성능 비교**

본 절에서는 가격생성 에이전트를 적용하지 않은 기존 시스템과 적용한 시스템간의 성능을 비교한다.

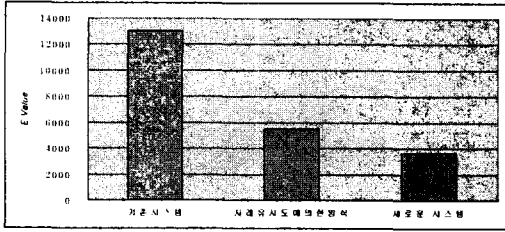
기존에 가격생성 에이전트를 이용한 낙찰 예정가 생성 방법에는 사례 유사도에 의한 방법이 있다. 이것을 이용하였을 경우와 본 논문에서 제안한 새로운 시스템의 성능을 비교하면 다음 [그림 4]와 같다. 이것은 에이전트를 사용하지 않은 기존 시스템의 실제 낙찰가와 제안된 낙찰 예정가(고객의 낙찰 희망가)의 차 순으로 정렬된 그래프이다.



[그림 4] 기존 방법들과의 성능 비교

결과는 새로운 시스템을 대상으로 한 가격편차가 가장 적게 나타낼을 알 수 있고, 이것은 실제 낙찰가와 가장 유사한 가격을 생성함을 나타낸다.

[그림 5]는  $E$ 값의 성능을 비교한 것이고, 여기서  $E$ 값은 기존 시스템은 13005, 사례 유사도에 의한 경우는 5458, 새로운 시스템은 3663이다. 이것은 새로운 시스템을 사용하는 경우가 실험 자료 40건을 기준으로 가장 우수한 것을 나타낸다.



[그림 5] E의 성능 비교

경매기록 데이터베이스를 대상으로 40건에 대한 최소와 최대 차이를 살펴보면 <표 1>과 같다.

<표 1> 각 시스템의 편차 비교

	가격생성 에이전트가 없는 경우 (기존시스템)	가격생성 에이전트가 있는 경우	
		사례 유사도에 의한 방식	지수평활법에 의한 방식
최소 차이	15	9	5
최대 차이	289	160	155

새로운 시스템으로 추천된 낙찰 예정가를 사용하면, 경매에서 실제 낙찰가와와의 편차가 최소의 경우 15에서 5로, 최대의 경의 289에서 155로 좋아짐을 알 수 있다. 특히 가격 생성 에이전트를 사용하는 경우 중에서는 사례 유사도를 이용하는 방식보다 지수평활법에 의한 방식이 최소의 경우 9에서 5로 좋아짐을 볼 수 있다. 이것은 본 논문에서 적용한 지수평활법이 과거의 모든 가격 기록을 동일한 가중치로 이용하는 사례 유사도 기법과 달리 최근 자료에 더 큰 가중치를 주어 실제 낙찰가와 더 유사한 가격을 생성함을 나타낸다.

5. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 인터넷 경매 시스템에서 판매자가 경매 물품을 등록하는 시점을 반영한 낙찰 예정가를 자동으로 생성하는 시스템을 제안하였다.

본 논문에서 제시한 낙찰 예정가 자동 생성 방법은 다음과 같은 장점과 특징이 있다. 첫째, 이 방법을 이용하면 평가 기준인 E 값이 기존보다는 약 4배, 사례 유사도를 이용한 경우보다는 약 2배의 감소를 보였다. 이것은 이전의 방법보다 경매 물품의 실제 낙찰가격과 제안된 낙찰 예정가의 차이가 줄어드는 것을 의미한다. 둘째, 낙찰 예정가 자동 생성 방법을 이용하면, 판매자가 지나치게 낮은 가격에 경매 물품의 가격을 결정하는 것을 방지한다. 셋째, 본 연구는 낙찰 예정가를 생성할 때, 과거의 모든 기록을 이용하면서도 최근의 정보를 기준으로 낙찰

예정가를 생성하여 정보의 저장 관리에 유리하다. 넷째, 여러 성능 실험 결과, 수요 예측에서 사용하는 시계열 기법을 인터넷 경매 시스템의 낙찰 예정가 생성에 적용하는 것이 매우 적절하며, 이를 통해서 경매 물품의 낙찰률 향상을 예측할 수 있다.

향후에는 시계열 분석 기법의 회귀분석을 통한 낙찰 예정가 생성 방법을 연구할 것이며, 대규모의 데이터베이스를 이용한 성능평가를 통해 본 연구의 효율성을 증명하는 것이 필요하다.

참고문헌

- [1] Holt C. Carbone, "Forecasting trends and seasons by exponentially weighted moving averages," O.N.R. Memorandum, No. 52, Carnegie Institute of Technology, 1957.
- [2] Eric V. Heck and Peter Vervest, "How Should CIO's Deal with Web-Based Auctions?," Communications of the ACM, Vol. 41, No. 7, pp. 99-100, July 1998.
- [3] Charles P. Jones, *Investments: Analysis and Management*, 8th Edition, Wiley, 2001.
- [4] Min Jung Ko, Shin Woo Kim, Sung Eun Park, and Yong Kyu Lee, "Reserve Pricing for an Internet Auction System," Proc. of the 2002 Int'l Conference on Internet Computing, Las Vegas, Nevada, pp.973-979, June 2002.
- [5] Blake LeBaron, "Do Moving Average Trading Rule Imply Nonlinearities in Foreign Exchange Markets?," Technical Report 9222, Social Systems Research Institute, Univ. of Wisconsin, Madison, 1992.
- [6] Yong Kyu Lee, Shin Woo Kim, Min Jung Ko, and Sung Eun Park, "Pricing Agents for a Group Buying System," EurAsia ICT 2002, Lecture Notes in Computer Science (LNCS), Vol. 2510, pp. 693-700, 2002.
- [7] Harvard Business Review, "Accurate Business forecasting," 1991.
- [8] 이순용, *생산 관리론*, 법문사, 1998.
- [9] eBay Auction Guideline, <http://webhelp.ebay.com/cgi-bin/eHNC> 2003.
- [10] 서울 자동차 경매장 매물 리스트, [http://www.saaa.co.kr/sell/main\\_sell.html/sell/sise/retail\\_sise.asp](http://www.saaa.co.kr/sell/main_sell.html/sell/sise/retail_sise.asp)
- [11] 파인드물 경매 자동차 리스트, <http://auto.findall.co.kr/BuyAuto/Type/BuyCarList.asp>