

## Prediction Models on Internet Auctions

Chong Sun Hong<sup>1)</sup> · Ki Yong Song<sup>2)</sup>

### Abstract

Most internet auction sites open to users the bid history with the ascending order of bid amounts. Whereas eBay.com presents second bid prices, auction.co.kr provides highest bid prices. In this paper, the bid history is arranged according to the passage of time, which can help to understand the situations and trends of bid prices, especially for multiple auctions. This manipulated data can be visualized by using profile plots. The successful bid prices could be estimated based on some prediction models with appropriate prior informations. Both sellers and bidders can be provided useful informations with these statistical analyses, and then fair online auctions in Korea will grow actively and rapidly.

**Keywords** : First bid amount, Multiple auction, Profile plot, Regression

### 1. 서론

각국마다 많은 인터넷 경매 사이트가 있으며, 미국에서는 인터넷 경매 사이트인 이베이(eBay.com)를 한국에서는 (주)옥션(auction.co.kr)을 많이 이용하면서 물건들을 경매한다. 한국의 인터넷 경매에 대하여 많은 논문이 발표되었지만 대부분의 논문은 경매 시스템 설계와 구현 그리고 여러 종류의 경매 모형 등에 초점을 둔 정보공학과 컴퓨터공학 또는 경영학과 산업공학 관점의 논문이 대부분이다(이종희외 3인(1999), 박용진외 2인(2000), 이용준외 3인(2000), 김광수와 김인철(2001), 이근왕외 3인(2002), 이근호와 김태운(2001), 유양우외 4인(2002), 이영균과 공은배(2002), 조경산과 원유석(2002), 성순화와 공은배(2003), 이연수의 2인(2003), 고민정과 이용규(2005), 이기환과 임동균(2005) 등 참조). Shmuelli와 Jank(2005)는 미국의 경매회사인 이베이의 자료에 대해 통계분석하는 여러 방법을 제시하였는데, 경매한 기록을 종합하여 전반적인 추세 및 흐름을 파악할 수 있는 방법인 STAT-zoom과 경매달력(Auction calendar)등을 제안하였으며 특히, 다양한 윤곽그림(profile plot)을 개발하였다. 윤곽그림에는 시간의

---

1) 서울특별시 종로구 명륜동 3가 53번지 성균관대학교 통계학과, 교수.  
Email : cshong@skku.ac.kr

2) 서울특별시 종로구 명륜동 3가 53번지 성균관대학교 응용통계연구소, 연구원.  
Email : kiyongs@skku.ac.kr

흐름에 따라 지불할 용의가 있는 가격(willing to pay; WTP)을 이차원 평면에 표현하였고, WTP 값을 제시하여 입찰한 경매자의 신용정보와 입찰횟수 등의 정보를 나타내는 여러 모양의 점들과 점들의 크기, 그리고 WTP 값과 현 입찰가(live-bid value)의 차이를 음영을 주어서 나타내는 방법을 제시하였다. 그러나 한국의 (주)옥션 등을 비롯한 대다수의 경매에서는 최고가 공개 입찰방법을 채택하기 때문에 미국 이베이의 경매방법과 차이가 있어 Shmueli와 Jank(2005)가 제안한 윤곽그림은 사용할 수 없다. 따라서 본 연구는 최고가 공개입찰방법에 따라 경매되는 한국 (주)옥션의 경매자료를 바탕으로 통계적인 방법으로 분석하고 예측모형을 개발하여 판매자와 구매자 모두에게 다양한 정보를 제공하여, 편리하고 쉽게 인터넷 경매를 할 수 있는 방법을 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2절에서는 이베이와 (주)옥션의 경매방법을 비교 설명하면서 그 차이점에 대하여 살펴본다. 그리고 (주)옥션의 경매자료는 최고가격 순으로 배열되어 제공되기 때문에 시간의 흐름에 따라 가격 상승의 정도를 파악하기가 어렵다. 더욱 경매물품이 복수인 다중경매의 경우에는 전반적인 가격의 흐름을 파악하여 어느 정도까지 가격 상승을 추정하기는 더욱 어렵다. 그래서 (주)옥션의 경매자료를 시간대별로 정렬하여 다중경매에서의 상황을 전반적으로 파악할 수 있도록 재배열하였다. 3절에서는 시간대 별로 정돈된 자료에 대해 산점도 작성하는 방법을 활용한 윤곽그림으로 나타내어 전체적인 가격의 흐름과 동향을 보다 쉽게 이해할 수 있도록 시각화하는 방법을 구현해보고자 한다. 4절에서는 과거에 경매가 완료된 동일 품목의 경매가격을 사전정보로 활용하여, 2절과 3절에서 제시한 경매자료에 대해 통계적 분석을 통하여 경매가 종료된 시점에서의 낙찰가격을 추정할 수 있는 예측모형을 개발하여 구매자에게 정보를 제공하는 방법을 제안하고자 한다. 5절에서는 결론을 맺고, 향후 연구에 대하여 제안하고자 한다.

<표 2.1> 이베이와 옥션의 경매기록

**eBay.com Bid History for**  
Palm Pilot m515 Color Handheld FDA 515 NEW NR (Item # 3074620884)

Currently **US \$200.50** First Bid **US \$0.99**  
 Quantity **1** # of bids **17**  
 Time left **Auction has ended.**  
 Started **Jan-28-04 20:30:00 PST**  
 Ends **Feb-02-04 20:30:00 PST**  
 Seller (Rating) **uscagent (121 ★)**

[View page with email addresses](#) (Accessible by Seller only) [Learn more.](#)

**Bidding History (Highest bids first)**

User ID	Bid Amount	Date of Bid
<a href="#">golapice (26 ★)</a>	US \$200.50	Feb-02-04 20:28:02 PST
<a href="#">audent (1) ★</a>	US \$198.00	Feb-02-04 17:18:14 PST
<a href="#">jay4blues (0)</a>	US \$196.50	Feb-02-04 14:57:54 PST
<a href="#">audent (1) ★</a>	US \$193.00	Feb-02-04 17:17:59 PST
<a href="#">audent (1) ★</a>	US \$188.00	Feb-02-04 17:17:33 PST
<a href="#">eagle2ac (11 ★)</a>	US \$180.25	Feb-02-04 11:48:20 PST
<a href="#">audent (1) ★</a>	US \$179.00	Jan-31-04 09:18:51 PST
<a href="#">istarken (28 ★)</a>	US \$175.25	Jan-30-04 20:45:20 PST
<a href="#">audent (1) ★</a>	US \$175.00	Jan-31-04 09:18:37 PST
<a href="#">audent (1) ★</a>	US \$169.55	Jan-31-04 09:18:16 PST
<a href="#">audent (1) ★</a>	US \$159.00	Jan-31-04 09:17:40 PST
<a href="#">amanda_s_brooks (14 ★)</a>	US \$150.00	Jan-30-04 09:12:58 PST
<a href="#">audent (1) ★</a>	US \$80.05	Jan-28-04 21:54:09 PST
<a href="#">cscort24 (23 ★)</a>	US \$80.00	Jan-28-04 20:35:05 PST
<a href="#">powergerbil (2)</a>	US \$45.01	Jan-28-04 21:05:14 PST
<a href="#">powergerbil (2)</a>	US \$42.99	Jan-28-04 21:04:44 PST
<a href="#">powergerbil (2)</a>	US \$40.00	Jan-28-04 21:04:08 PST

품목명	[4040902742] 셀니아이 W700 512메가 원자기 / 2인치네비게이션/디지털TFT화면/카드 리더기증정...			
경매 마감일자	2006-03-08 오전 9:52:00			
판매지역	한국			
판매수량 (구매가능 최대수량)	5(5)개			
판매자 ID	nsyldc			
구분 : ■ 낙찰자 ■ 낙찰가능자				
입찰자 ID	입찰일자	입찰가격	입찰수량	누적수량
qhdflpwer	2006-03-08 09:46:58.957	317,000 원	1개	1개
dydwnsu	2006-03-08 09:42:21.230	317,000 원	1개	2개
chdxmrk	2006-03-08 09:38:56.893	315,100 원	1개	3개
qnemfdnj	2006-03-08 09:51:51.123	312,000 원	1개	4개
mth4135	2006-03-08 09:50:55.713	311,000 원	1개	5개
amh13241	2006-03-08 09:31:41.130	310,000 원	1개	-
ekdlldloorp	2006-03-08 09:36:28.747	308,000 원	1개	-
zmpfdlw	2006-03-08 09:36:51.860	308,500 원	1개	-
qhdflpwer	2006-03-08 09:37:45.003	308,100 원	1개	-
ckwl1637	2006-03-08 09:37:11.907	307,000 원	1개	-
aldekahtg	2006-03-08 09:32:30.947	306,000 원	1개	-
vkahxst	2006-03-08 09:28:18.470	305,000 원	1개	-
dydwnsu	2006-03-08 09:36:06.067	304,000 원	1개	-
mth4135	2006-03-08 09:35:14.173	303,000 원	1개	-
ckwl1637	2006-03-08 09:28:54.037	302,000 원	1개	-
dydwnsu	2006-03-08 09:25:35.567	301,000 원	1개	-
qnemfdnj	2006-03-08 09:31:17.883	301,000 원	1개	-
mth4135	2006-03-08 09:01:08.800	300,000 원	1개	-
aldekahtg	2006-03-08 09:29:36.130	298,000 원	1개	-
qhdflpwer	2006-03-08 09:27:36.980	296,000 원	1개	-
l...d...d...	2006-03-08 09:26:54.930	295,000 원	1개	-

## 2. 경매자료의 표현

사용자에 제공하는 이베이와 (주)옥션의 경매기록 자료는 <표 2.1>과 같다. 이베이에서 이루어지는 대부분의 경매는 자동입찰 시스템(proxy-bidding system)이며, 두 번째로 높은 가격 경매(second-price auction) 방법으로, 최고가를 제시한 입찰자가 경매의 승자가 되고 두 번째로 높은 입찰가격으로 물품을 구매한다. 그러나 (주)옥션의 경매는 최고가 공개입찰(first-price auction and open bid history) 방법을 사용하는 것이 가장 큰 차이점이다. 이에 대한 장단점에 대한 토론은 본 연구의 방향과 일치하지 않으므로 생략한다. <표 2.1>의 오른쪽에 있는 (주)옥션의 경매자료는 경매 마감 이 2006년 3월 8일 오전 9시 52분이고, 판매수량 5대의 네비게이션(애니아 W700)을 다중경매(multiple auction)한 자료에 대해 (주)옥션에서 공개되는 HTML 파일의 일부 분이다. 이러한 경매자료는 미국 이베이에서 제공하는 경매자료와 동일하게 입찰가격이 가장 큰 순서로 배열되어 있어 현재 형성되는 경매가격은 쉽게 파악할 수 있다. 그러나 이베이에서는 두 번째 높은 가격 경매방법을 사용하기 때문에 최고가가 공개되지 않고 있다. 따라서 입찰자는 공개되는 두 번째 이하의 가격으로 최고가를 예측하는데 관심이 있다. 그러나 (주)옥션 경매방법은 최고가를 공개하는 입찰방법을 채택하고 있기 때문에 최고가를 예측할 필요가 없으며, 시간의 흐름에 따라 최고가의 변동과 특히, 경매 종료시점에서의 낙찰가격 예측에 관심이 집중된다. 따라서 (주)옥션의 경매자료는 가격순으로 배열되는 것도 의미 있지만, 이보다 시간의 흐름에 따라 배열된 자료가 존재한다면 가격의 변동 및 추세를 파악하는데 편리함이 있겠다. 특히 <표 2.1>의 오른쪽에 있는 (주)옥션의 경매와 같은 다중경매에서는 낙찰 가능한 최고가를 비롯하여 최저가까지의 추세를 파악하는데 많은 어려움이 있다. 따라서 본 연구에서는 (주)옥션에서 제공하는 경매자료를 입찰시간에 따라 입찰가를 재배열하여 시간의 흐름에 따라 입찰가의 변동을 파악할 수 있게 하고 특히, 다중경매에서는 새로운 입찰가가 등장할 때마다 낙찰이 가능한 최고가에서부터 최저가까지의 모든 가격을 파악할 수 있도록 <표 2.2>와 같이 자료를 표현하였다.

<표 2.2> 옥션의 다중경매 기록 재배열(판매수량=5대)

입찰순	입찰시간	입찰가격	낙찰가능 최고가	낙찰가능 두번째가	낙찰가능 세번째가	낙찰가능 네번째가	낙찰가능 최저가
50	06-03-08 09:51:57	312,000	317,100	317,000	315,100	<b>312,000</b>	311,000
49	06-03-08 09:50:55	311,000	317,100	317,000	315,100	<b>311,000</b>	310,000
48	06-03-08 09:46:56	317,100	<b>317,100</b>	317,000	315,100	310,000	309,000
47	06-03-08 09:42:21	317,000	<b>317,000</b>	315,100	310,000	309,000	308,500
⋮	⋮	⋮	⋮				⋮
7	06-03-08 01:46:16	30,000	180,000	150,000	100,000	<b>30,000</b>	26,000
6	06-03-08 01:40:59	150,000	180,000	<b>150,000</b>	100,000	26,000	25,000
5	06-03-08 01:25:12	100,000	180,000	<b>100,000</b>	26,000	25,000	20,000
4	06-03-08 01:04:37	26,000	180,000	<b>26,000</b>	25,000	20,000	
3	06-03-07 23:22:37	25,000	180,000	<b>25,000</b>	20,000		
2	06-03-07 23:08:46	180,000	<b>180,000</b>	20,000			
1	06-03-07 22:00:47	20,000	<b>20,000</b>				

경매의 판매수량이 5대인 다중경매 자료를 재배열한 <표 2.2>의 제일 하단부터 살펴보면, 다음과 같이 정리되고 이해할 수 있다. 2006년 3월 7일 22시경에 20,000원을 입찰하면서 경매가 시작되었으며, 다음의 입찰가격은 180,000원으로 최고가는 180,000원이고 두 번째 가격은 처음에 입찰한 가격인 20,000원이 된다. 그 다음에는 25,000원이 입찰되어 최고가는 그대로 180,000원이며 두 번째 가격이 25,000원이 되고 세 번째 가격이 20,000원이 된다. 즉 두 번째 입찰에서는 최고가를 갱신하지만, 세 번째 입찰에서는 최고가는 변동이 없으며 중간에 가격이 변동되었다. 그리고 경매가 종료되는 시간에 5대의 네비게이션의 낙찰가 중에서 최고가는 317,100원이며 두 번째 가격은 317,000원이고, 최저 낙찰가는 311,000원으로 경매가 종료되었으며 마지막 입찰가는 네 번째 가격으로 낙찰되었음 파악할 수 있다. <표 2.2>에서 낙찰가능 최고가부터 최저가까지의 칸 중에서 진하게 표시된 가격이 입찰한 시점에서의 입찰가격을 의미한다. <표 2.1>과 <표 2.2>를 비교하면, 그 차이점을 쉽게 파악할 수 있다.

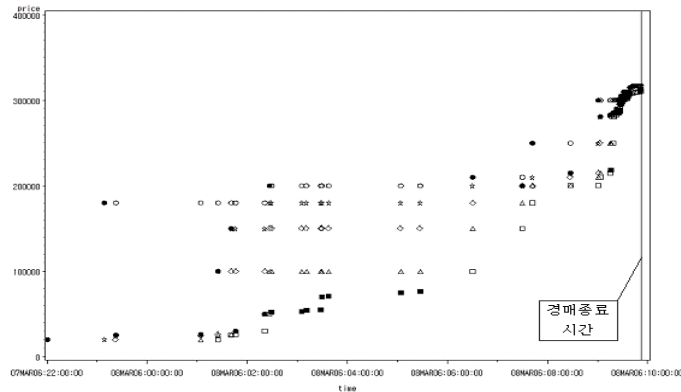
### 3. 경매자료의 시각화

대부분의 인터넷 경매에서는 경매 마감시간 직전에 많은 입찰이 이루어진다. 이것은 대부분의 경매 참가자들이 마감 시간을 기억해두고 과거에 거래된 동일한 품목의 경매자료를 탐색하며 낙찰가 등의 사전정보를 수집하여, 마감 시간 전에 자신이 예상한 가격을 입찰하면서 경매에 참여한다. 따라서 경매 참가자는 사전정보를 수집하고, 수시로 경매 사이트에 들어가 경매 진행 상황을 추적하고, 마감 시간이 임박하였을 때 집중적으로 경매에 참여함으로써 많은 시간을 소비하게 된다. 이러한 불필요한 시간 소비를 줄이기 위해서 경매 참가자가 필요한 모든 정보를 제공하면서, 시간의 흐름에 따라 변하는 낙찰 가능한 가격을 그림으로 표현하는 방법을 제안하고자 한다. 우선 경매 입찰가만을 기록한 <표 2.1>의 자료를 시간에 따라 정리하고 입찰시마다 다중경매 낙찰가도 나타낸 <표 2.2>의 자료를 시각화하여 산점도를 작성하는 방법으로 윤곽그림(profile plot)을 <그림 3.1>과 같이 표현하였다. <그림 3.1>에서의 검은 점은 새로운 입찰가격이 제시되었을 때의 시간과 가격을 나타내며, 여러 모양의 점을 사용하여 다중경매의 낙찰가능 가격을 나타내었다. 예를 들어, 둥근 원은 낙찰가능 최고가를 나타내며 사각형은 낙찰가능 최저가를 의미한다. 우측의 수직축은 경매 종료시간을 알려준다. 본 논문 3절 이후의 모든 그림은 SAS/GPLOT을 이용하여 구현하였다.

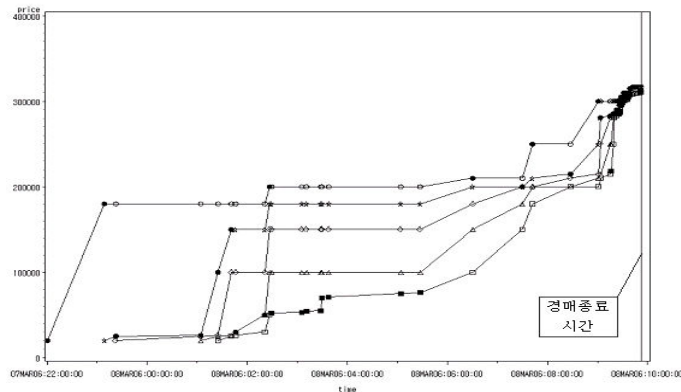
<그림 3.1>을 통하여 시간에 따라 입찰가뿐만 아니라 여러 개의 낙찰가능 가격과 동향을 전반적으로 파악할 수 있다. 낙찰가능 최고가와 최저가의 폭 및 낙찰가능한 여러 가격의 경향을 알 수 있는데, 여기서는 최고가의 상승 속도보다 최저가의 상승 속도가 빠르다는 것이 파악된다.

<그림 3.1>의 윤곽그림에 대해 추가적으로 다중경매에서의 낙찰가능한 최고가부터 최저가까지의 가격을 표시하는 서로 다른 모양의 점들을 선으로 이어 <그림 3.2>와 같은 두 번째 윤곽그림으로 표현할 수 있다. 여기서는 동일한 품목 5대를 다중경매하기 때문에 5개의 선이 존재한다. <그림 3.2>에서와 같이 각 시점의 낙찰가능 가격에 대한 점들을 선으로 연결해 낙찰이 가능한 가격의 상승정도를 표현해 줌으로써, 점들로만 표현한 <그림 3.1>과 같은 첫 번째 윤곽그림 보다도 낙찰가능 가격과 동향을 쉽게 파악할 수 있다. 그리고 각 시점에서의 입찰가격이 낙찰 최고가와 최저가 사이에서 어떤 동향으로 제시되었는지를 알 수 있으며, 이를 보고 경매 참여자들은 입

찰가를 무조건 최고가로 제시하지 않았다는 것과 낙찰이 가능한 최고가와 최저가사이에 입찰가를 잘 제시한다면 경매물품을 좀 더 낮은 가격으로 낙찰 받을 수 있다는 것을 파악할 수 있다. <그림 3.2>와 같은 다중경매에서 동일한 품목이 많을 경우에는 나타내는 선이 많아지므로 복잡하게 된다. 이런 경우에는 낙찰가능 최고가와 최저가만의 선을 나타내어 그림을 단순화시킴으로 보기 편한 윤곽그림을 작성할 수도 있다.



<그림 3.1> 다중경매기록의 윤곽그림1



<그림 3.2> 다중경매가의 윤곽그림2

### 4. 예측 모형

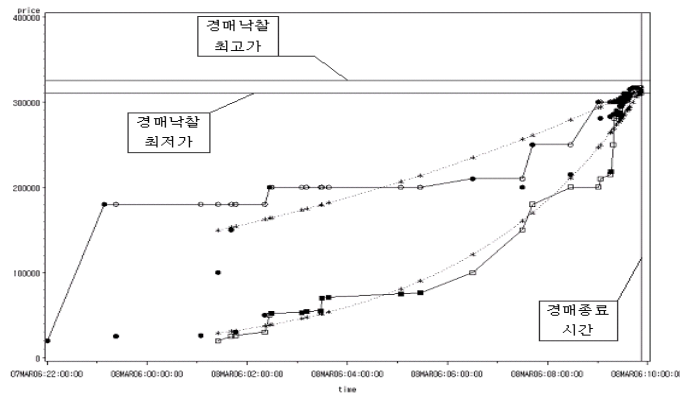
2절에서 정렬한 경매자료의 분석을 통하여 경매가 종료된 시점에서 낙찰가격을 추정할 수 있는 예측모형을 개발하여 구매자에게 정보를 제공하는 방법을 제안하고자 한다. 대부분 인터넷 경매의 입찰가격의 증가 패턴은 경매 종료시간이 임박할 때 입찰가격이 급상승하는 경향이 대부분이며, 그 다음의 경우로는 가격이 초반에 상승하고 중반부터는 완만한 가격 상승하는 경향이 있다. 후자의 경우는 귀한 품목이 경매에 나오거나 가격대가 어느 정도 정해져있는 품목(예, 가전제품들) 또는 작전세력의

개입 등의 경우에 발생된다. 이러한 자료에 적합한 여러 종류의 모형들이 존재하지만, 입찰가격 변수를 변환한 다음과 같은 두 가지 단순한 모형으로 적합 시켜보았다.

$$\text{모형1: } \ln \text{ Price}_i = \alpha + \beta \cdot \text{Time}_i + \varepsilon_i \quad i=1, \dots, n \quad (4.1)$$

$$\text{모형2: } \text{Price}^2_i = \alpha + \beta \cdot \text{Time}_i + \varepsilon_i \quad i=1, \dots, n.$$

경매 참여자들은 사전에 동일한 품목의 낙찰가에 대한 정보를 수집하고 낙찰가를 어느 정도 알고 있기 때문에 대부분 조사한 가격에 비하여 높은 가격으로 입찰하지 않는다. 또한 경매 종료시점에 임박해서 입찰가에 민감하게 반응한다. 따라서 본절에서는 과거에 경매가 종료된 동일 품목의 경매 낙찰가격을 종료시점 때의 입찰가격으로 간주하여 사전정보(prior information)로 활용한다(사전 정보수를  $n$ 으로 표기한다). 즉 <표 2.2>의 자료에 과거에 경매가 종료된 동일 품목의 경매가격에 대한 정보를 추가하는데 그때의 시간은 경매 종료시점으로 간주하였다. 또한 경매자료 중에서 입찰 초기의 자료는 큰 의미가 없기 때문에 <표 2.2>에서 최고가와 최저가 모두가 결정되는 시점부터의 자료를 모형에 적용시키고자 한다. 판매수량 5대의 다중경매 자료인 <표 2.2>에서 입찰순서가 5번째부터의 자료와 사전정보를 추가하여 만든 자료를 (4.1)식의 모형1에 적합시켜 추정값을 구하였다. <그림 3.2>와 같이 5종류의 가격 자료 각각에 모형들을 적합시키면 더욱 복잡하게 나타나므로 낙찰가능한 최고가와 최저가에 대해서만 모형을 적합시켜 <그림 4.1>에 표현하였다. 그리고 사전정보에 대한 경매낙찰 최고가와 최저가 그리고 경매 종료시간을 그림에 같이 표시하였다.



<그림 4.1> 예측모형1(애니아이 W700)

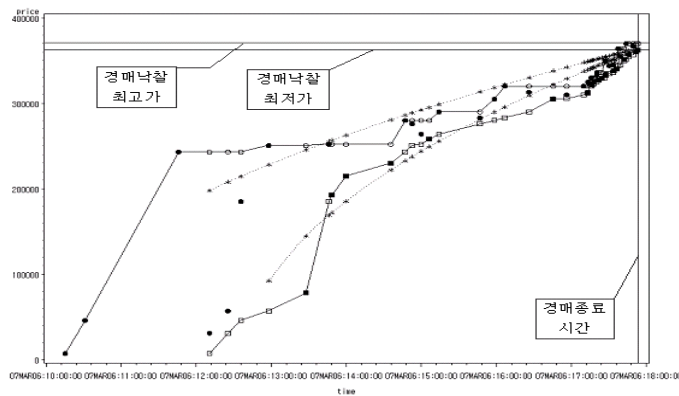
<그림 4.1>에서 경매낙찰 최고가의 예측모형과 최저가의 예측모형은 다음과 같다. 이 분석결과는 SAS/PROC REG을 이용하여 얻었다.

$$\begin{aligned} \text{최고가: } \ln \text{ Price}_i &= 4.19656 + 0.00002 \cdot \text{Time}_i \\ \text{최저가: } \ln \text{ Price}_i &= -21.23878 + 0.00008 \cdot \text{Time}_i \end{aligned}$$

여기서  $i=5, \dots, 50$  그리고  $n'=8$ . 경매낙찰 최고가와 최저가의 예측모형에 대한 설명계수  $R^2$ 는 각각 0.9430와 0.9783으로 높은 값을 나타내며, 낙찰가는 최저

311,600원부터 최고 313,600원 사이의 가격으로 추정되었는데, 실제 낙찰된 최저가와 최고가는 각각 311,000원과 317,100원이었다. 실제 낙찰가는 예측한 낙찰가의 범위보다 최저가는 -600원 최고가는 3,500원 정도로 조금 넓게 낙찰되었지만, 낙찰가의 평균 추정값의 95% 신뢰구간에 포함된다.

다음으로는 2006년 3월 8일 10:09분에 종료되고, 다중경매의 판매수량이 4대인 네비게이션(애니아이 T700)의 경매자료를 본 연구에서 제안한 방법으로 구현해 보자. 이 자료는 경매 초반에 입찰가격이 급상승하는 경우로 모형2에 적합시켜보고 그 결과를 <그림 4.2>에 구현하였다.



<그림 4.2> 예측모형2(애니아이 T700)

경매낙찰 최고가와 최저가의 예측모형은 각각 다음과 같다.

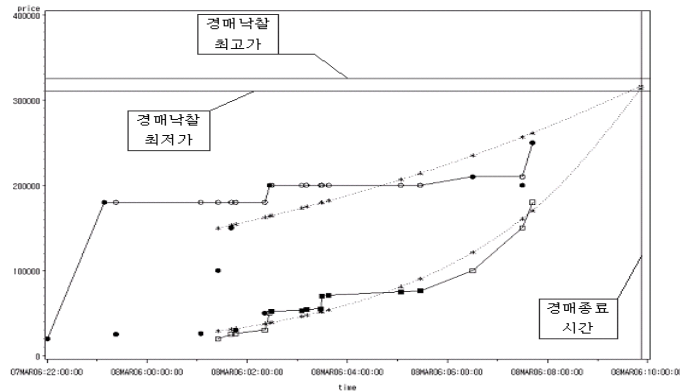
$$\begin{aligned} \text{최고가: } \widehat{Price}_i &= 0 + 4586086 \cdot \text{Time}_i \\ \text{최저가: } \widehat{Price}_i &= 0 + 6970383 \cdot \text{Time}_i \end{aligned}$$

여기서  $i=4, \dots, 50$  그리고  $n'=10$ . 경매낙찰 최고가와 최저가의 예측모형에 대한 설명계수는 각각 0.9112와 0.9592로 높은 값이다. 낙찰 최고가의 추정은 364,300원으로 실제 낙찰 최고가 370,000원보다 5,700원의 차이를 보였으며 낙찰 최저가의 추정은 363,300원으로 실제 낙찰 최저가 362,500원과 -800원의 근소한 차이만을 보인다.

본절에서 예를 들은 두 종류의 경매물품에 대한 경매자료를 2절에서 제안한 방법으로 재배열한 자료에 대하여, 무의미한 경매 초기의 입찰가에 대한 정보를 무시하고 동일한 경매물품이 최근에 낙찰된 가격을 사전정보로 활용하여, (4.1)식에서 제안한 두 종류의 예측모형에 적용시킨 결과를 살펴보면, 모든 자료가 모형에 적합하고 특히, 낙찰가의 추정가격이 실제 낙찰가와 큰 차이가 없음을 발견하였다.

## 5. 결론

본 연구에서 제안한 방법으로 (주)옥션의 경매자료를 2절에서 언급한 바와 같이 재배열한 <표 2.2>를 <표 2.1>과 병행하는 HTML 파일로 제공하고, 나아가 3절과 4절에서 제안한 방법으로 시각화시킨 그림을 실시간(real time)으로 구현하는 시스템을 개발하여 경매 중에도 실시간으로 경매기록을 시각화시키고 예측모형을 적합한 윤곽 그림을 구현하여 사용자에게 제공한다면, 경매에 참가하는 입찰자와 판매자 모두가 다음과 같은 장점을 기대할 수 있다: 입찰자가 경매물품의 가격 등의 정보를 수집하기 위해 소비하는 시간을 줄일 수 있고 경매 종료시간이 임박해질 때까지 수시로 경매 사이트에 방문하여 상황을 추적하고 경매에 참여하는 노력을 최소화시킬 수 있으며, 판매자가 높은 낙찰가를 받기 위해 작전세력을 동원하는 불필요한 수고를 줄일 수 있기 때문에 입찰자와 판매자 모두에게 적절한 가격으로 원활한 경매가 이루어질 수 있겠다. 실시간으로 분석한 예로서, <표 2.1>의 오른쪽 자료와 <표 2.2>의 자료 중에서 경매종료 2시간 전 자료(표본수 20)만으로 4절에서 제안한 방법을 적용하여 시각화시킨 <그림 5.1>을 살펴보자.



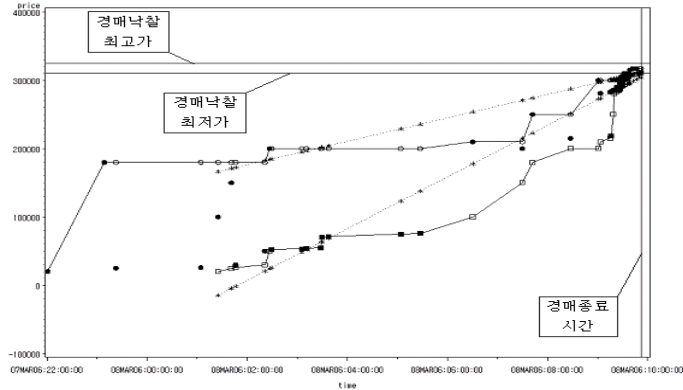
<그림 5.1> 종료 2시간 전 자료에 대한 예측모형1

경매종료 2시간 전의 자료를 바탕으로 구한 낙찰 최고가와 최저가의 예측모형은 각각 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \text{최고가: } \ln \text{ Price}_i &= 4.28059 + 0.00002 \cdot \text{Time}_i \\ \text{최저가: } \ln \text{ Price}_i &= -21.15786 + 0.00008 \cdot \text{Time}_i \end{aligned}$$

여기서  $i=5, \dots, 20$  그리고  $n'=8$ . 최고가와 최저가 모형의 결정계수는 각각 0.9457과 0.9816이며, 실제 낙찰 최고가 317,100원과 최저가 311,000원과의 잔차를 구하면 각각 3,700원과 700원이다. 4절에서 구한 잔차와 비교해 보면 잔차의 차이가 근소함을 파악할 수 있다.





<그림 5.2> 단순회귀모형

경매자료를 설명하는 모형 중에서 4절에서 제안한 두 종류의 예측모형이외에 복잡한 여러 종류의 모형이 존재하지만, 쉽게 이해할 수 있고 설명하기 좋은 단순회귀모형을 적합시켜보았다. 그 결과는 <그림 5.2>와 같이 구현하고, 모형식은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \text{최고가: } \widehat{Price}_i &= -1778260 + 4.85096 \cdot \text{Time}_i \\ \text{최저가: } \widehat{Price}_i &= -4216911 + 10.49727 \cdot \text{Time}_i \end{aligned}$$

여기서  $i=5, \dots, 50$  그리고  $n'=8$ . <그림 4.1>과 <그림 5.2>를 비교하고 각각의 예측모형을 살펴보면, 많은 차이를 발견할 수 있다. 그러나 최고가와 최저가 모형의 결정계수는 각각 0.9310와 0.9317로 높은 값을 유지하며, 낙찰 예측가는 각각 311,100원과 304,500원으로 추정된다. 실제 낙찰 최고가 317,100원과 최저가 311,000원과 비교하면, 각각 6,000원과 6,500원으로 복잡한 모형에 적합시킨 결과와 비교할 때 예측력이 떨어진다고 말하기 어렵다. 따라서 4절에서 제시한 모형 이외에 복잡한 모형을 개발하여 적합시키는 방법도 더욱 많은 연구할 필요는 있지만, 최근에 경매가 완료된 동일 품목의 과거자료를 많이 수집하여 이를 사전정보로 활용한다면, 단순회귀모형을 적용시키는 방법도 적절하다고 생각된다. 단순회귀모형의 장점에 대하여는 많은 사람들이 이해하고 설명하기 쉽기 때문이다.

본 연구에서는 가능한 최근에 그리고 동일 품목에 대한 사전정보가 많은 인터넷에서의 경매자료를 이용한 결과 통계적으로 유의하고 의미있는 결과를 유도하였다. 이런 자료를 개인적으로 수집하는 데는 한계가 있다. 따라서 경매 사이트를 운영하는 회사에서 수집한 보다 좋은 양질의 자료를 활용하면서 본 연구에서 제안한 방법들을 제시한다면, 경매자료에 더욱 적합한 모형을 개발하기 쉬울 것이며 훌륭한 낙찰 예측가격을 제시해줄 수 있겠다. 이런 시스템의 개발은 물품 판매자뿐만 아니라 경매 참여자에게 좋은 정보를 제공하고 많은 사람들이 인터넷 경매 사이트를 방문하여 경매에 참여하는 공정한 인터넷 경매 문화의 발전을 기대한다.

### 참고문헌

1. 고민정, 이용규 (2005). 경매 시스템에서 시계열 분석에 기반한 낙찰 예가가 추천방법, *한국정보기술응용학회*, 제12권 제1호, 141-155.
2. 김광수, 김인철 (2001). 에이전트 기반의 연속다중경매 시스템의 설계 및 구현, *정보과학회*, 제7권 제6호, 641-652.
3. 박용진, 한주윤, 정봉주 (2000). 전자상거래에서의 인터넷 경매의 비즈니스 모델, *한국경영과학회 2000 춘계공동학술대회 논문집*, 645-648.
4. 성순화, 공은배 (2003). 안전하고 효율적인 인터넷 경매를 위한 ECC, *한국정보과학회*, 제30권 제2호, 607-609.
5. 유양우, 구형서, 김진홍, 문남두, 이명준 (2002). Jini 기반의 이동 에이전트를 이용한 경매시스템, *한국정보과학회*, 제29권 제1호, 532-534.
6. 이근왕, 김정재, 이종희, 오해석 (2002). 인터넷 경매를 위한 지능형 에이전트 기반 마진 푸쉬 멀티 에이전트 시스템 설계 및 구현, *정보처리학회*, 제9-D권 제1호, 167-172.
7. 이근호, 김태운 (2001). 인터넷 경매사이트의 실시간 시각화 통합 관리 모델 구현, *한국정보과학회*, 제28권 제2호, 502-504.
8. 이기환, 임동규 (2005). 실시간 경매 시스템의 설계 및 구현, *한국콘텐츠학회*, 제3권 제2호, 228-233.
9. 이연수, 오세영, 공은배 (2003). 다항함수를 이용한 효율적인 경매 모델, *한국정보과학회*, 제30권 제2호, 658-660.
10. 이영균, 공은배 (2002). Peer-to Peer를 이용한 경매 모델, *한국정보과학회*, 제29권 제2호, 463-465.
11. 이용준, 이종희, 김태석, 오해석 (2000). 인터넷 경매 입찰자를 위한 인터넷 경매 분석 에이전트 시스템, *한국정보과학회*, 제27권 제1호, 340-342.
12. 이종희, 이용준, 김태석, 오해석 (1999). 전자상거래 인터넷 경매를 위한 지능적 경매 에이전트 시스템 구현, *한국정보과학회*, 제26권 제2호, 87-89.
13. 조경산, 원유석 (2002). 인터넷 경매 에이전트 시스템(IAAS)의 설계 및 구현, *정보처리학회*, 제9-D권 제5호, 964-970.
14. Galit Shmueli, and Wolfgang Jank (2005). Visualizing Online Auctions, *Journal of Computational and Graphical Statistics*, 14(2), 299-319.
15. <http://www.auction.co.kr>
16. <http://www.ebay.com>

[ 2006년 6월 접수, 2006년 8월 채택 ]