

# 에이전트 기반 인터넷 경매 예측 알고리즘

정재환, 장현수, 선승상, 김구수, 엄영익  
성균관대학교 정보통신공학부  
e-mail:{kinocjh, jhs4071, threes, gusukim, yieom}@ece.skku.ac.kr

## Agent-based Internet Auction Prediction Algorithm

Jae Hwan Chung, Hyun Soo Jang, Seungsang Sun, Gu Su Kim and Young Ik Eom  
School of Information and Communication, SungKyunKwan University

### 요 약

인터넷 경매란 전자상거래 방식의 일종으로, 웹사이트를 통해 사이버거래 장소에서 구매자와 판매자간에 다양한 경매방식을 적용하여 물품의 경쟁매매가 이루어질 수 있도록 하는 서비스이다. 현재 국내외 인터넷 경매 사이트는 경매의 성격 보다 쇼핑물에 경매를 부과한 형태의 복합적인 특징을 가지고 운용되고 있다. 이로 인해 가격을 기준으로 입찰 참여 및 경매 완료를 진행하기에는, 다소 현실성이 떨어진다는 문제를 내포하고 있다. 따라서, 본 논문은 구매하고자 하는 상품에 대하여 현재 진행 중인 경매의 상황을 예측 및 판단하여 구매자에게 경매 정보를 제공함으로써 합리적으로 물품의 구매를 도울 수 있는 알고리즘을 제시하고, 예측 알고리즘을 구현한 경매 예측 에이전트와 사용자의 패턴을 기록하고 상품구매, 입찰 등을 대리하는 에이전트들로 구성되는 에이전트 기반 경매 시스템을 소개한다.

### 1. 서론

정보통신기술의 빠른 발전과 더불어 개인용 컴퓨터의 대중화와 인터넷 사용 인구의 폭발적인 증가는 산업 전반에 걸쳐 많은 변화를 일으켰다. 특히, 전자상거래 분야는 시·공간적 제약이 최소화됨에 따라 상거래 영역의 글로벌화, 다양화 등을 추구하고 있었다. 이로 말미암아, 판매자와 구매자는 편리하고, 쉽고, 빠르고, 안전한 거래를 할 수 있게 되었다.

인터넷 경매는 인터넷을 통해 일정 시간에 일련의 규칙을 가지고 경매하는 방식으로, 전자상거래 하나의 분야로 발전하고 있다. 그러나, 현재 국내외 인터넷 경매 사이트는 경매 시작이 이외에도 즉시구매라는 속성을 제시하여 입찰을 통하지 않고서 바로 구매를 할 수 있는 방식으로, 경매의 성격 보다는 쇼핑물에 경매를 부과한 형태의 복합적인 특징을 가지고 운용되고 있다[1][2]. 따라서 가격을 기준으로 입찰 참여 및 경매 완료를 진행하기에는, 다소 현실성이 떨어진다는 문제를 내포하고 있다.

따라서, 본 논문은 구매하고자 하는 상품에 대하여

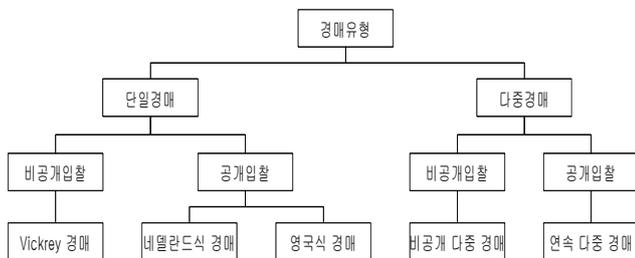
현재 진행 중인 경매의 상황을 예측하고, 입찰 혹은 즉시 구매를 결정하며, 입찰에 참여할 경우 현재 시점에서 제시할 입찰 가격을 판단하는 알고리즘을 제시한다. 본 알고리즘은 구매자에게 구매하고자 하는 경매 상품에 대하여 입찰 참여 여부, 입찰 참여 시 앞으로의 경매 예측과 효과적인 입찰 가격을 판단하여 제시함으로써, 구매자의 판단을 효과적으로 조력할 수 있다. 또한 지능형 에이전트에 내장할 경우, 구매자의 참여없이 자체 에이전트가 구매 행위를 자동으로 수행할 수 있는 방법으로 사용될 수 있다.

본 논문의 제 2 장에서는 경매의 종류와 에이전트 기반의 경매 시스템들에 대해 기술하고, 제 3 장에서는 본 논문이 제시하는 경매 진행에 대한 예측 알고리즘을 기술한다. 제 4 장에서는 에이전트 기반 경매 시스템에 대해 기술하고, 마지막으로 제 5 장에서는 제안된 기술의 활용분야 및 향후 연구 과제를 제시한다.

### 2. 관련 연구

## 2.1 경매의 종류

경매는 입찰을 통해 판매자와 구매자간의 가격협상을 효과적으로 이끌어낼 수 있는 상거래의 한 형태이다. (그림 1)과 같이 경매의 유형에는 입찰자들의 구성에 따라 단일경매(Single Auction)방식과 다중경매(Double Auction)방식으로 나눌 수 있다. 단일경매에서는 입찰자들이 모두 구매자나 판매자들로만 구성되는 반면, 다중경매에서는 다수의 구매자와 판매자가 동시에 참여하여 입찰 할 수 있다. 또한 경매는 입찰가격의 공개여부에 따라 공개입찰(Outcry) 방식과 비공개입찰(Sealed-Bid)방식으로 나눌 수 있으며, 입찰 가격의 증감여부에 따라 오름차순(Ascending)방식과 내림차순(Descending)방식으로 나눌 수 있다[3,4,5,6].



(그림 1) 경매의 유형

다음은 각 경매별 특징들을 기술한다.

- Vickrey 경매 : Vickrey 경매는 Second Price Sealed Bid Auction의 다른 용어로 Vickrey가 창안하였다고 해서 Vickrey 경매라 한다. 이 경매는 최고가 비공개입찰 경매와 같이 최고가를 제시한 입찰자가 낙찰자로 선정되는 방식이지만 제시된 입찰가 중에서 두 번째 높은 가격이 낙찰가로 결정되는 단일경매 방식이다.
- 영국식 경매 : 영국식 경매는 가장 보편화되어 있는 경매방식으로서, 입찰자들이 경쟁적으로 보다 높은 입찰가를 제시하면, 그 중에서 최고가를 기준으로 낙찰자와 낙찰가를 결정하는 공개입찰 단일경매 방식이다.
- 네덜란드식 경매 : 경매인이 높은 가격에서 시작해서 입찰자중 한 명이 현재의 가격을 받아들일 때까지 점차 입찰가격을 낮추어 가는 공개입찰 단일경매 방식이다.
- 비공개입찰 다중경매 : 일정한 시간 동안 판매자와 입찰자들이 경쟁적으로 보다 높은 가격을 제시하면, 그 중에서 최고 입찰가격을 기준으로 낙찰자와 낙찰가를 결정하는 공개입찰

단일경매 방식이다.

- 연속다중경매 : 주식거래와 같이 다수의 판매자와 구매자가 임의로 원하는 시간에 입찰을 하고, 그 중에서 서로 매치되는 것이 있으면 곧바로 거래가 이루어지는 방식으로 계속 진행되는 공개입찰 다중경매 방식이다.

## 2.2 AuctionBot

AuctionBot은 미국의 미시간 대학에서 1998년도에 개발한 시스템으로, 주기적 다중경매 방식(Periodic double auction)을 포함한 다양한 경매유형을 지원한다. 주기적 다중경매 방식은 일정한 시간을 주기로 경매 참여자들로부터 한꺼번에 입찰을 받아서 M번째 가격 알고리즘(M-th price algorithm)을 적용하여 낙찰가격과 낙찰자들을 결정한다[3]. M번째 가격 알고리즘은 판매자와 구매자의 전체 입찰가격의 수 중에서 판매자의 입찰가격의 수(M)번째로 높은 가격이 낙찰가격이 되는 알고리즘이다.

AuctionBot은 다음의 에이전트들로 구성된다.

- 경쟁적 에이전트 : 경매 참여자가 제시하는 제한 가격을 입찰하는 에이전트.
- 가격 모델링 에이전트 : 과거의 낙찰 정보를 기반으로 다음 낙찰가격을 예상하여 입찰하는 에이전트.
- 입찰자 모델링 에이전트 : 다른 에이전트가 과거에 제시하였던 입찰 가격을 참고하여 다음에 제시할 가격을 결정하는 에이전트.

AuctionBot 시스템은 다음의 특징들을 가진다.

- 다양한 형식의 경매를 지원할 수 있으므로 사용자가 원하는 다양한 형식의 경매를 할 수 있도록 해준다.
- 경매 상품에 대한 정보를 더 자세히 입찰자가 확인 할 수 있도록 참고 사이트 URL을 제시한다.
- 예약 가격을 경매자가 경매 시작 전에 선정하여 그 가격과 일치하는 입찰이 낙찰되게 하여 경매자가 원하는 가격으로 조기에 경매를 끝낼 수 있다.

## 2.3 eMediator

eMediator는 미국의 워싱턴 대학에서 1999년도에 개발한 Java를 기반으로 한 조합 경매 방식 시스템이다. eMediator는 다양한 상품을 패키지화하여 일괄적인 경매가 가능케하는 조합 경매 방식을 사용하

고, 경매의 효율성을 향상하기 위해 다양한 인공지능 기술과 게임이론을 적용하였다[7].

eMediator는 다음의 에이전트들로 구성된다.

- 정보 에이전트 : 경매 진행시에 변경이 발생되었을 때, e-mail로 경매 참여자에게 변경 사항을 알려주는 에이전트.
- 증가 에이전트 : 단일 품목의 영국식 경매 (Open-cry)에 사용되며 주요한 전략을 가지도록 구현된 에이전트로 제한가격에 도달할 때까지 서서히 입찰가격을 증가시키는 에이전트.
- N-에이전트 : 단일경매 단일품목의 최고가 비공개 입찰에 사용되는 에이전트로서, 입찰자의 수를 N이라고 할 때 현재 시세가격에  $N-1/N$ 을 곱하여 입찰가격을 결정하는 에이전트.
- 제어 에이전트 : 입찰자들이 경매에 참여하도록 유도하기 위해서 최적의 낮은 가격을 제시하는 에이전트.
- 발견 에이전트 : 경매 상품에 대한 정보가 없거나 가치를 평가하기가 어려울 경우, 현재 시세보다 조금 높게 입찰을 하여 상품의 가치를 측정하는 에이전트.

### 3. 경매 예측 알고리즘

본 장에서는 입찰하고자 하는 상품에 대하여 현재 진행 중인 입찰 참여 내역을 기반으로 향후 진행될 경매상황에 대하여 예측하는 알고리즘을 소개한다.

본 논문에서 제시하는 경매 예측 알고리즘은 상품에 대한 현재까지의 입찰 참여 내역을 기반으로 평균 입찰 시간, 시간당 입찰 가격, 남은 시간대비 입찰자 수, 최종 낙찰 가격을 예측한다.

(그림 2)는 구매자가 입력한 금액한도와 시간을 바탕으로 즉시구매방법과 입찰참여방법 중 어느 것이 더 효율적인지를 판단하는 알고리즘을 보인다. 알고리즘은 구매자로부터 물품 구입 한도 금액을 정하기 위한 최소금액과 최고금액, 구매 대기 가능 시간을 입력받는다. 최소금액은 반드시 입력하여야 하며, 최고금액을 입력하지 않았을 경우 기본으로 최소금액에 5%가 추가된 금액이 최고금액이 되며, 구매 대기 가능 시간을 입력하지 않았을 경우, 물품 구입시 남은 경매시간이 판단조건에 반영되지 않는다. 구매자가 구매 대기 가능 시간을 입력하였을 경우 즉시구매가에서 경매시작가를 제한금액이 구매자 구입 한도 금액보다 작거나 같고, 남은 경매 시간이 구매 대기 가능 시간보다 작거나 같을 경우 경매 참여 방

법보다 즉시 구매 방법이 더 효율적이라고 구매자에게 알려준다. 조건이 맞지 않을 경우 경매 참여 방법이 더 효율적이라고 구매자에게 알려준다.

(그림 3)은 입찰참여시 입찰내역을 바탕으로 최적의 입찰 금액과 경매종료시의 경매상황을 예측하는 알고리즘을 보인다. 알고리즘은 현재까지의 경매 진행 내역을 기반으로 시간당 입찰 금액, 시간당 입찰 시간, 시간당 입찰자수를 계산하여 현시점에서 최적의 입찰가격 및 최종 낙찰금액을 예측한다.

```

User specify an amount of money and time
LowPrice :
MaxPrice :
UserTime :

if (no specified LowPrice and time) {
    Low Price is must specified
    set Limit = 0.05 }
else {
    set Limit = (MaxPrice - LowPrice)/LowPrice
    set Time = UserTime }

if (set Time) {
    if ((BuyNowPrice-AuctionStartPrice) =< (LowPrice*Limit)) &&
        (Time Listed =< Time) {
        buy it now is a better than bid on auction }
    else {
        bid on auction is a better than buy it now }
    else
        if ((BuyNowPrice-AuctionStartPrice) =< (LowPrice*Limit)) {
        buy it now is a better than bid on auction }
    else {
        bid on auction is a better than buy it now }
    
```

(그림 2) 구매자 요구에 따른 물품 구매 방법 비교

```

for (All a bidder) {
    TotalBid += bidding price }

for (All a bidder) {
    AvgBiddingTime += Last Bidding Time - (Last Bidding Time -1)}

Set ProgressTime = BidEndTime - TimeListed

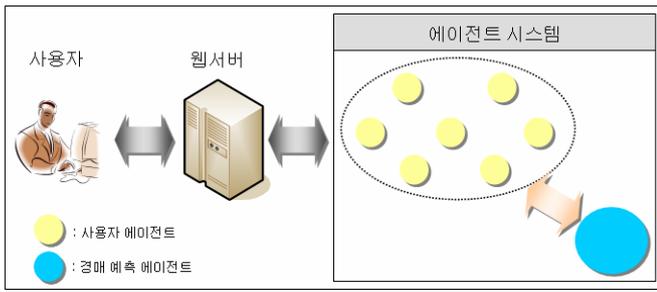
BiddingPricePerHour = TotalBid / ProgressTime
BiddingTimePerHour = AvgBiddingTime / ProgressTime
BidderPerHour = All a bidder / ProgressTime
FinalBidder = BidderPerHour * TimeListed
SuccessfulPrice = BiddingPricePerHour * TimeListed
OptimalPrice = BiddingPricePerHour * ProgressTime
    
```

(그림 3) 경매 예측 알고리즘

### 4. 에이전트 기반 경매 시스템

본 장은 본 논문에서 제시한 경매 예측 알고리즘을 내장한 에이전트를 기반으로 구성되는 에이전트 기반 경매 시스템에 대하여 기술한다.

#### 4.1 시스템 아키텍처



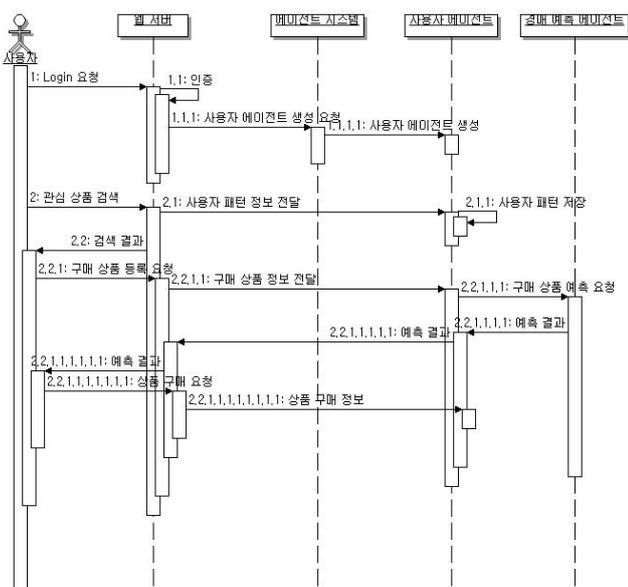
(그림 4) 시스템 아키텍처

본 시스템의 구성은 웹서버, 에이전트 시스템, 로그인하는 사용자에게 할당되는 사용자 에이전트들, 본 논문이 제시하는 경매 예측 에이전트로 구성된다. 다음은 각 컴포넌트의 주요 기능에 대한 설명이다.

- 웹 서버(Web Server) : 경매 사이트의 콘텐츠를 제공하고, 사용자 로그인 후, 에이전트 시스템에 사용자를 위한 에이전트 생성 요청을 수행.
- 에이전트 시스템(Agent System) : 에이전트의 라이프사이클을 관리하는 시스템.
- 사용자 에이전트 : 사용자의 행위 패턴들을 기록하고, 선호도에 따른 다양한 콘텐츠를 제공하며, 상품 구매, 입찰 등의 요청을 진행하는 에이전트.
- 경매 예측 에이전트 : 사용자의 효율적인 경매 수행을 위해, 경매 예측 알고리즘을 기반으로 입찰 참여 혹은 구매를 판단하는 에이전트.

#### 4.2 시나리오

다음 (그림 5)는 사용자가 상품에 대한 구입 혹은 입찰을 수행하는 시나리오를 보인 것이다.



(그림 5) 입찰 시나리오

#### 5. 결론 및 향후 연구 과제

본 논문에서 제안 알고리즘은 일반적으로 가장 많이 활용되고 있는 영국식 경매방식에 가장 효과적으로 동작할 수 있다. 또한, 물품을 구입시 어떠한 방법으로 구입을 하는 것이 가장 효과적인가를 구매자가 판단하지 않고, 경매 예측 에이전트를 두어 구매자 대신에 판단하게 함으로써 사용자 편의성을 제공할 수 있으며, 입찰내역을 기반으로 경매 종료 시의 예상 낙찰 가격을 사용자에게 제시함으로써, 사용자가 더욱 상품구매에 있어 더욱 효율적이고 적합한 판단을 도울 수 있다.

현 시스템은 영국식 경매방식만을 지원하고 있고, 예측 알고리즘은 시간, 입찰가, 입찰자수 등에 기반하고 있으나, 향후에는 다양한 경매방식들을 지원하고, 인터넷 경매에서 제공해 주는 판매자의 등급, 물품구입의 지불수단, 배송비, 판매만족도 등을 조합하여 개선된 알고리즘에 대한 연구가 필요하다.

#### 참고문헌

[1] <http://www.auction.co.kr>  
 [2] <http://www.ebay.com>  
 [3] P. R. Wurman and W. E. Walsh, "The Michigan Internet AuctionBot : A Configurable Auction Server For Human and Software Agents," In Second Int'l Conf. on Autonomous Agents, pp.301-308, 1998.  
 [4] 김광수, 김인철 "에이전트 기반의 연속다중경매 시스템의 설계 및 구현," 정보과학회논문지, 제7권, 제6호, pp. 0641~ 0652, 2001.12  
 [5] Chan, H.C.B, HO, I.S.K, Lee R.S.T, "Design and implementation of a mobile agent-based auction system. Communications," Computers and Signal Processing, 2001. PACRIM. 2001 IEEE Pacific Rim Conference, Vol. 02, pp. 740-743, 2001.8  
 [6] E. Gimenez and L. Godo and J. A. Redrguez - Aguilar and P. G. Calves, "Designing Bidding Strategies for Trading Agents in Electronic Auctions," Proceeding of the Third International Conference on Multiagent Systems, 1998.[6]  
 [7] Tuomas Sandholm, "eMediator : A Next Generation Electronic Commerce Server," AAAI Workshop on AAAI Workshop Technical Report, pp.46-55, 1999.