

경매 에이전트를 이용한 낙찰가 최적화에 대한 알고리즘에 대한 연구

신 옥 선^o, 이 창 훈
건국대학교 컴퓨터공학과
{wsshin, chlee}@kkucc.konkuk.ac.kr

The Study on The Algorithm of bid Optimization using Intelligent Agent

Wook-Sun Shin*, Chang-Hoon Lee**

*Dept of Computer Engineering, Kon-kuk University

요 약

경매는 인간에 의해 만들어진 복잡한 형태 시장이다. 전자상거래의 확산과 더불어, 많은 인터넷 경매 사이트가 나오고, 최근 경매의 자동화에 대한 연구가 진행 중에 있다. 인간 대신, 에이전트는 상품의 검색, 입찰등을 대신 수행하게 된다. 그러나, 현재의 입찰 알고리즘은 효율적이지 못하다. 본 연구는 통계적 방법을 이용하여 현재의 알고리즘보다 효율적인 알고리즘을 만들고자 한다.

1. 서론

인터넷 전자상거래의 확산과 더불어 실 상거래 형태인 경매에 대한 일반인의 관심이 높아지고 있다. 전통적 경매는 일부 골동품이나 부동산등 가격이 정해지지 않은 고가 품목에 대하여 주로 거래가 이루어지고 시간적 공간적으로 많은 제약이 따르나 인터넷을 통한 경매를 통해 일반인도 이러한 거래 형태의 접촉이 많아지면서, 전자 제품, 컴퓨터부품, 생활용품등 다양한 품목의 중.저가의 품목을 중심으로 사용자들이 늘고 있으며, 이를 제공하는 사이트들이 증가하고 있는 추세이다.

하지만 대부분의 경매사이트들은 정해진 시간에 가장 높은 입찰가를 제시하는 입찰자에게 거래가 낙찰되는 형태 - English Auction - 이다.[15][16] 입찰자는 자신이 원하는 상품이 있는지 검색을 하게 되고 없을 경우 주기적으로 계속해서 상품을 검색하여야 한다. 불편한 인터페이스로 인하여 판매자가 구매자를 직접 선택하여야 하는 문제도 발생한다.

사용자의 편의를 위해서 경매의 절차를 자동화시킨 사이트들도 속속 등장하고 있다. 이러한 사이트들도 실제 상품검색 및 지정된 시간 이내에 사

용자가 직접 현재 최고 입찰가를 주시하면서 입찰에 참여해야하는 불편함이 있다. 일부 경매 사이트는 경매가 진행되는 상황을 메일을 통하여 통보하여주는 서비스도 제공하지만 역시 입찰에 참여하기 위해서는 지속적인 경매 사이트 접속을 필요로 한다.

경매의 절차와 입찰자의 행동을 대신할 수 있는 에이전트를 이용하여 상품의 검색에서 경매 입찰에서 낙찰에 이르기까지의 과정을 자동화시킴으로써, 입찰자가 주기적으로 사이트에 접속해서 입찰을 해야하는 불편함을 줄일 수 있다. 또한 기존의 인터넷 경매는 입찰자의 입찰 행동을 자동으로 해주지 못한다. 에이전트들은 스스로 동작하며 이러한 경매를 하기 위해서는 에이전트 서로간에 경쟁할 수 있는 알고리즘이 필요하게 된다. 정해진 목표의 상품을 최적의 비용으로 획득하기 위해서는 인간과 같은 지능성을 가져야만 한다. 자율적인 입찰을 위한 알고리즘이 많이 연구되고 있지만, 아직은 단순한 수학적 모델링에 불과하고 구매자에게 적절한 낙찰가를 제시하지 못하고 있다.

본 연구는 경매 기록에 대한 통계치의 분석을 통해 새로운 입찰가를 제시할 수 있는 알고리즘을 제안한다. 이를 통하여 에이전트는 인간과 같은 과

거에 대한 경험에 대한 지식을 가지고 사용자를 대신하여 스스로 입찰에 참여할 때, 절적인 입찰가를 제시하여 경매 종료시에 구매자에게 최적을 가격으로 낙찰을 얻어내는 것이다. 본 논문은 2절에서는 기존 알고리즘과 제안하는 입찰 알고리즘에 대하여, 3절에서는 시스템 구조를 그리고 4절은 실험결과를 보인다.

2. 알고리즘 설계

2.1 기존의 방법 [5]

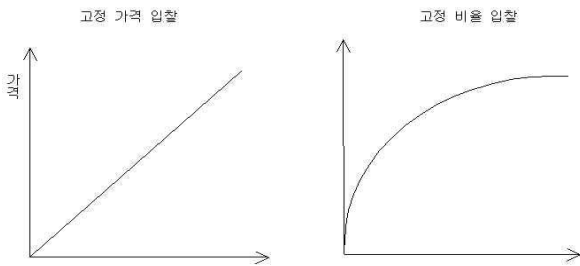


그림 1 고정가격 입찰과 고정비율 입찰

고정가격 입찰: $N = \text{Min}(H + x, L)$

고정비율 입찰: $N = H + \frac{(L - H)y}{100}$

- L : 한계 가격(limit price)
- H : 현재 최고 입찰 가격(Current highest bid price)
- N : 새로운 입찰 가격(new bid price)
- x : 사용자 정의 부가 가격(user addition price)

-고정가격 입찰 방법

현재 입찰된 가격에서 다음에 입찰할 가격을 고정적으로 일정 가격만큼 올리는 정책이다. 이러한 방법은 초기에는 유리할 지 모르지만 후반부 즉 낙찰의 시점이 가까워지면 별로 효율적이지 못하다. 결국에는 자신의 한계 입찰 가격에 일정하게 접근하므로 이익의 폭이 적어 질 수 있다.

- 고정비율 입찰 방법

현재 입찰된 가격에서 다음에 입찰할 가격을 고정적으로 일정 비율의 가격만큼 올리는 정책이다. 즉 처음부터 낙찰시까지 일정한 비율을 갖는다면 점차적으로 입찰에 올리는 가격의 차는 줄어들게 된다.

다. 이상적인 것 같지만 입찰에 영향을 미치는 주된 요인이 자신의 최고 제한 입찰 가격이기 때문에 다른 입찰자의 최고 입찰 가격과의 차이가 크다면 일찍이 자신의 최고 제한 입찰 가격에 도달해 낙찰이 되므로 역시 이익의 폭이 줄어들게 된다. 실제로 자신의 최고 제한 입찰 가격의 설정에 문제가 있다. 또한 이때 적용되는 설정역시 최적된 값을 찾기가 어렵다.

2.2 최적의 낙찰가

경매에서 구매자가 상품을 낙찰받기 위해서는 경매에 참가한 입찰자들보다 높은 가격을 제시하여야 한다. 하지만 무조건 높은 가격을 제시하여 상품을 낙찰받는 것은 별로 이득이 되지 않는다. 경매에 참가하는 입찰자들은 각각 자신이 제시할 수 있는 입찰 액수의 한도가 어느 정도 정해져 있다. 최고 한도가 높은 입찰자일수록 낙찰 확률이 높아질 수 있다. 각자의 입찰 한도는 공개되지 않고 단지 입찰가만이 참가자들이 알 수 있다. 중요한 점은 이런 입찰자의 입찰 한도중에서 낙찰자 다음의 입찰가격("제2입찰가")를 제시한 입찰자가 공략 대상이 된다. 낙찰자는 이 제2입찰가와 차를 줄임으로써 최적의 가격으로 상품을 낙찰 받을 수 있다.

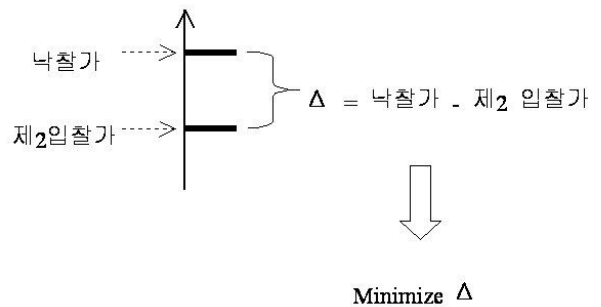


그림 3 낙찰가 최적화

2.3 새로운 입찰가 정책

이러한 입찰가격 정책을 펴기 위해서는 이전에 낙찰들의 제2입찰가를 알고 있어야 한다. 경매 시스템은 이러한 과거의 입찰 기록을 에이전트에게 제공하여 이를 분석하여 새로운 입찰가를 책정함으로써 목표에 접근할 수 있다. 수집된 자료는 입찰가를 책정함으로써 목표에 접근할 수 있다. 이러한 dots 분포에 의한 표현은 특별한 의미를 갖는다 가장 높은 횟수를 나타내는 부분은 가장 많은 낙찰이 일어났던 가격대를 나타내고 있고 낮은 횟수를 나타내고 있는 부분은 낙찰이 별로 일어나지 않았음을

알 수 있다.

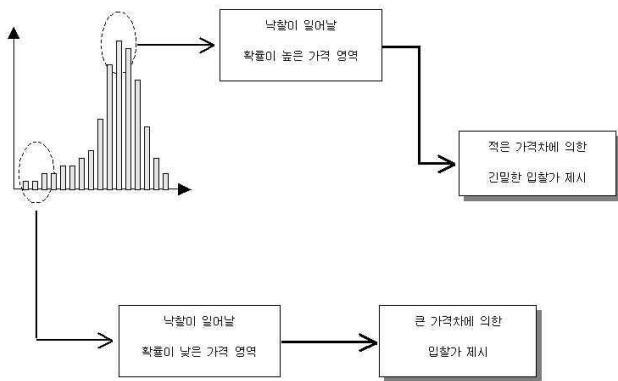


그림 4 새 입찰가 정책 구조

만약 낙찰이 일어날 확률이 높은 가격대에서 입찰이 진행되는 경우 적은 가격폭의 입찰가 제시로 긴밀한 경쟁을 할 필요가 있다. 하지만 낙찰이 일어날 확률이 적은 가격대에서는 어느 정도 큰 가격차의 입찰가를 제시해도 손해볼 확률이 적다 오히려 보다 빨리 낙찰 예정가에 도달해 조기에 낙찰을 볼 수도 있다.

-Gaussian분포

이전에 설명된 dots 분포표는 다음과 같은 이산적 확률분포로 나타낼수 있다. 이산적 확률 분포에서는 특정 가격에 대한 확률을 얻기 위해선 혹은 그래프의 변형을 위해서는 구간 분석을 해야 하므로 연속적인 수학적 함수로의 모형화가 필요하다. 이러한 연속형 함수 모델을 구하기 위해서 이산형의 dots 분포표의 확률분포의 유형을 관찰한다.

연속형 확률 변수는 정규분포(normal distribution) 또는 Gaussian분포로 불리는 종모양의 확률 분포에 의하여 모형화 될 수 있다.[6] 이를 이용하여 모집단을 모형화 할 수 있는 연속형 확률분포를 찾기를 원한다. 구해진 값을 Gaussian분포식에 적용해 원하는 연속형 분포함수를 구할 수 있다. 확률변수 X 가 $-\infty < x < \infty$ 에 대하여 pdf(probability density function: 확률밀도함수)는 다음과 같다.

$$X \sim N(\mu, \sigma^2)$$

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

를 가질 때 평균 μ , 분산 σ^2 을 갖는 Gaussian분포를 따른다고 한다. 이 정규분포의 모양은 이 두 변수에 의해서 결정된다.

-입찰가 알고리즘

Gaussian분포에 의해서 확률분포밀도식 $f(x)$ 를 얻었다. 새로운 입찰가에 대한 식을 얻기 위해서 확률분포밀도식의 음함수를 이용한다. 음함수는 $f(x)$ 의 최대값에서 $f(x)$ 를 뺀 값을 을 취하게 된다. 이는 Gaussian분포 곡선을 뒤집에 놓은 형태가 된다. 즉 낮은 확률을 가질 때 많은 변화를 주고 높은 확률일 때 낮은 변화를 주기 위해서이다.

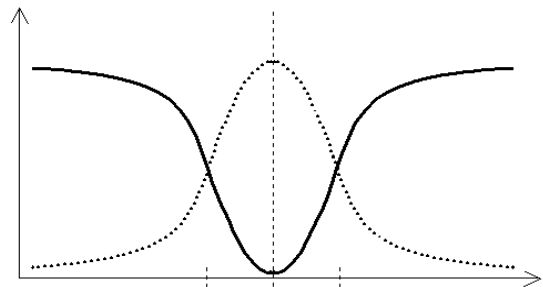


그림 5 Gaussian분포 곡선의 음함수 그래프

이 음함수에 대한 이론적인 누적 분포는 그림6와 같지만 실제로 이 식을 구하기 위해서는 적분을 해야하지만 특정 구간을 나타내기가 어렵기 때문에 누적값을 사용하여 입찰가를 구할 수 없다.

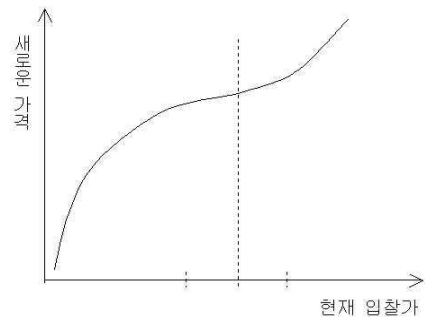


그림 6 누적값에 의한 입찰가

실제 얻고자하는 새로운 입찰가는 현재 입찰가에서 음함수의 증가 비율만큼의 값을 더한 값이 된다. 하지만 이러한 음함수의 비율을 적절히 사용하기 위해서는 특정값을 가지는 상수 k, a 값을 사용하여 다음 입찰가의 증가치인 함수 $B(x)$ 를 구한다.

$$B(x) = k \{ \max f(x) - f(x) \} + a$$

나아가 k 와 a 를 매개 변수로써 활용하여 상품별로 다양한 입찰전략을 구사할 수 있다. 이때 k 는 입찰가격의 변동폭의 조절로 사용될 수 있고 a 는 최저 입찰 가격 증가치를 설정할 때 사용할 수 있다. 이를 이용함으로써 보다 탄력적인 입찰가 전략을 구사할 수 있다.

3. 시스템 구성

경매에서 사용되는 물건을 팔기위해서 입찰을 원하는 사람, 물건을 사기 위해서 입찰을 요구하는 사람(Bidder)으로 구성되고 마지막으로 이들이 경매를 원활하게 하기 위하여 경매의 전반적인 운영을 책임지는 경매인(Auctioneer)으로 구성된다.

이러한 경매를 대신하게 되는 컴퓨터의 프로그램, 즉 에이전트 역시 3가지 경매의 구성요소를 가져야 한다. 팔기위해서 입찰을 원하는 사람은 판매 Agent로, 사기위해서 입찰을 요구하는 사람은구매 Agent로, 그리고 경매인의 역할을 하게되는 중재 Agent로 구성된다. 실제로 중재Agent가 하게 되는 일은 실제 경매에서 경매인이 하게 되는 일보다 더 복잡하게 이루어진다.

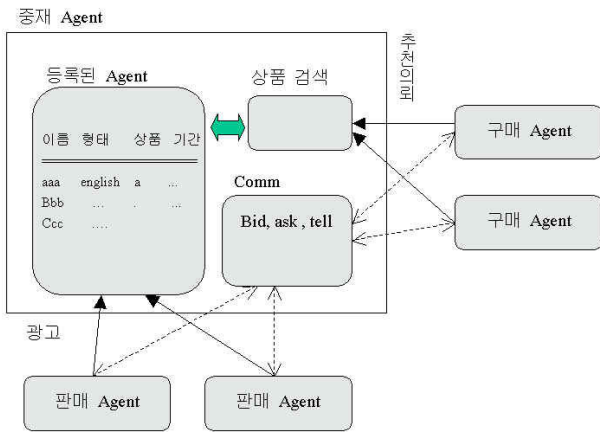


그림 7 시스템 구성

구매 Agent

경매에서 팔고자 하는 이의 의사를 반영해줄수 있는 구조를 취한다. 우선 팔물건의 품명, 경매 진행시 시작가, 그리고 경매의 형태(english, dutch등등), 경매 기간등을 설정해 줄수 있다. 이러한 설정을 마친후 자신의 상품을 다른 사람이 알수 있게 광고(advertise)해야한다

판매 Agent

경매에서 상품을 사고자하는 사람의 목적은 원하는 상품을 찾아서 그 상품에 대한 경매에 참여해서 적절한 가격에 상품을 낙찰 받는 것이다. 그러기 위해서는 에이전트는 사고자하는 상품의 품명, 입찰상한 가격, 입찰 전략, 원하는 경매형태등을 설정해 주어야 하고, 에이전트는 원하는 상품에 대한 경매인(중재자)에게 원하는 상품의 추천을 요구하여 원

하는 상품이 있을 경우 경매에 참여하게 된다.

중재 Agent

경매의 구성요소는 파는 사람과 사기위해서 입찰을 하는 사람(bidder), 그리고 경매의 전반적인 절차 및 운영을 책임지는 경매인(auctioneer)으로 구성된다. 중재 에이전트는 이중 경매인이 하는 역할을 맡는다. 실질적으로 경매인이하는 역할 이외에도 다양한 다른 시스템 전반에 걸쳐 통신문제등 다양한 문제에 관여하게 된다.

그림8은 실제 실행화면으로 등록된 에이전트들의 목록과 현재 경매인의 상황, 그리고 현재경매 진행상황등이 표시된다. 구매자가 에이전트를 등록하게 되면 현재 판매자 에이전트들 중에 구매자가 사고자하는 상품을 파는 사람이 있는지를 찾는다. 해당 상품이 있다면 바로 경매에 참여하여 입찰할 수 있다. 그리고 판매자가 정해놓은 기간이 만료되면 그 때까지 가장 높은 입찰가를 낸 구매자에게 상품이 낙찰된다. 실제로 모든 기능이 다 동작하지는 않지만 상품의 검색에서 경매의 절차와 낙찰을 자동화 할수 있는 각각의 에이전트의 설계가 가능하다는 것을 확인할 수 있고, 입찰 전략의 실험의 비교 평가에 직접 사용하여 다른 전략과 비교할 수 있다.

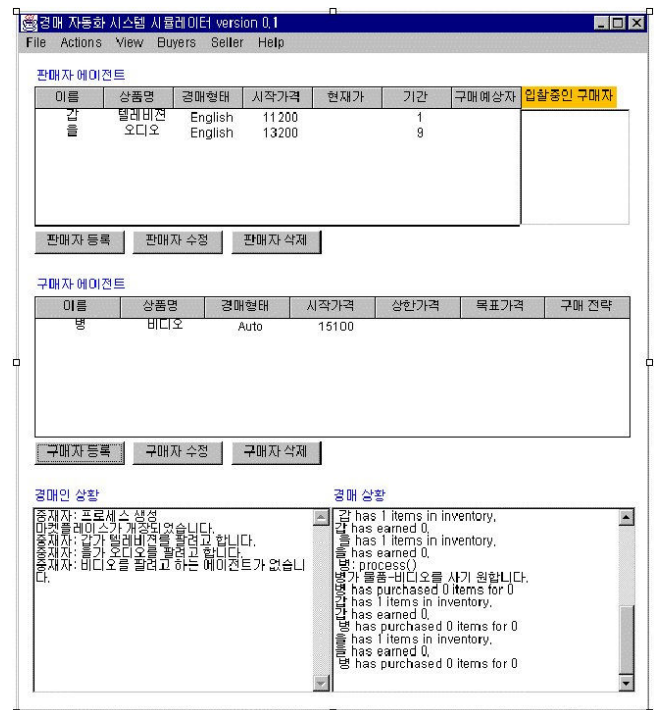


그림 8 실행중인 에이전트 시스템

4. 실험

4.1 고정가격 입찰 방법과 개선된 알고리즘과의 비교

고정가격 입찰방법을 사용하여 낙찰을 본 경우(즉 더 높은 상한 가격을 가지고 입찰에 참여했을 경우)에는 제 2 입찰자와의 항상 일정한 가격 차이를 보임으로써 항상 일정한 비용이 소비된다. 즉 고정가격(현 입찰가에서 자신이 다음에 입찰하게 될 가격의 차이)의 크기가 크면 그 만큼 비용이 많이진다는 것이다. 입찰의 횟수가 제한이 없다면 이상적인 방법처럼 보일수도 있지만, 적절한 입찰 횟수로 최고의 효과를 보기 위한 입찰 기회를 얻기가 어렵다는 것이다.

개선된 방법을 사용하여 낙찰을 본 경우에는 낙찰 확률이 높은 가격대에서는 고정가격 입찰 방법보다 제2입찰가의 폭을 줄여 줄 수 있어 비용이 줄일 수 있고 만약 평균 낙찰가 이상으로 입찰에 응해 올 경우 입찰가를 점차적으로 올려가면서 입찰에 응한다. 지나치게 낙찰가가 낮거나 높을 경우는 고정가격 입찰방법의 입찰 비용보다 많아질 수도 있다.

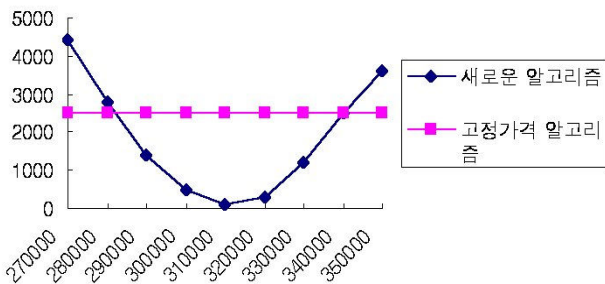


그림26: 고정가격 알고리즘과의 비교

4.2 고정비율 입찰 방법과 개선된 알고리즘과의 비교

고정비율 입찰방법을 사용하여 낙찰을 본 경우에는 개선된 방법의 최고 입찰가와와의 차이가 커질수록 비용이 점점 커진다. 즉 개선된 방법의 최고 입찰가와와의 차이가 적을 때는 낙찰시 차이가 작아져서 좋은 결과를 얻을 수 있지만 최고 입찰가의 차이가 커지게 되면 낙찰시의 입찰가의 차이가 커지게 되어서 좋지 못한 결과를 보인다. 이는 고정비율 입찰방법의 경우 자신의 최고입찰가격에 목표로 입찰을 하게 때문에 목표가격에 가까워질수록 긴밀한 입찰을 하게 때문에 이 목표 가격이 실제 낙찰가와 차이가

많이지게 된다면 낙찰가와 제2입찰가의 차이가 커져서 비용이 많이 들게 된다. 실제로 정확한 최고 입찰가를 정하기가 어렵게 된다.

개선된 방법을 사용하여 낙찰을 본 경우에는 고정가격 입찰에서와 마찬가지로 비용이 들게 된다. 물론 어느 가격 이하 혹은 이상의 입찰가로 낙찰이 될 경우 비용이 더 많아지지만 더 많은 경우 보다 공격적인 입찰이 가능하다고 해석할 수 있다.

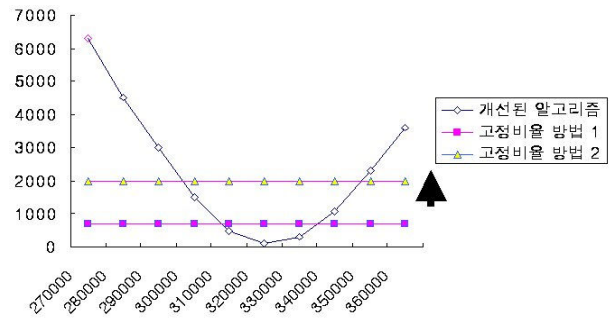


그림27: 고정비율 알고리즘과의 비교

5 결론 및 향후과제

실험에서 나타난 결과는 에이전트 기반의 경매의 입찰 자동화를 위한 알고리즘들은 비교 분석한 것이다. 개선된 알고리즘이 다른 입찰가 정책과 비교하여 낙찰에 필요한 비용을 줄이기 용이하다는 것을 보였다.

정확히 어떻게 더 나쁘다고 말하기는 어렵지만, 에이전트는 인간을 대신하여 입찰에 응해야 하기 때문에 인간이 생각하는 즉 최적 가격에 대한 기억을 가지고 입찰을 한다는 점을 주안점으로 한다. 물론 인간과 같은 감정을 가지고 입찰을 하지는 않지만 입찰에 대한 경험적인 정보를 제공하여 이에 근거한 입찰을 가능하게 하자는 것이다.

이러한 정보는 입찰에 있어 3가지 전략적 변화를 가능하게 한다. 입찰이 가능성이 적은 평균보다 낮은 가격대에서는 입찰가의 증가율을 높임으로써 보다 빨리 목표로 하는 적정 예상 낙찰가에 빨리 접근시킬 수 있고, 입찰 확률이 높은 즉 최적의 입찰 가격이라고 생각되는 구역에서는 보다 적은 입찰가 증가율로써 보다 면밀한 입찰을 그리고 그 구역을 지나서는 보다 입찰가 증가율을 다시 높임으로써 보다 공격적으로 입찰에 응하여 자신의 최고 입찰가에 빨리 접근시키는 것이다.

향후 과제는 이러한 에이전트 기반의 입찰 알

고리즘으로 실제 경매 시스템을 구현하는 것이며, 실험에서 사용된 English Auction 이 외에 Dutch Auction 등 다른 경매의 형태의 알고리즘을 설계하는 것이다.

참고 문헌

- [1] J.Williams (1996), "Bot and Other Internet Beasities" SamsNet, pp.257-263
- [2] B.Aoun(Aus Web96, 1996), "Agent Technology in Electronic Commerce and Information Retrieval on the Internet"
- [3] A.chavez, P.Maes (1996), "Kasbah: An Agent Marketplace for Buying and Selling Goods, "
- [4] T.Finin, Y.Labrou, and J.Mayfield(1997), KQML as and Agent Communication Language, Software Agent, AAAI Press/MIT Press, pp.291-316
- [5] 이종희, 이용준, 김태석, 오해석 (1999), 전자상거래 인터넷 경매를 위한 지능적 경매 에이전트 시스템 구현
- [6] L. J BAIN, M.ENGELHAEDT Introduce to Probability & Mathematical Statistics
- [7] Carrie Beam, Arie Segev (1998), Berkeley, Auction on the Internet: A Field Study
- [8] Peter R. Wurman, Michael P. Wellman, William E. Walsh (1998), "The Michigan Internet AuctionBot: A Configurable Auction Server for Human and Software Agents", University of Michigan Artificial Intelligence Laboratory
- [9] 이은석, 이진구, 강재연 (1997) 인터넷 상에서의 전자상거래를 위한 멀티에이전트 시스템
- [10] Geneserech, M. R. and Ketchpel (1994) S. P., "Software Agents", Communication of ACM, .37, n.7, pp.48-53,
- [11] The DARPA Knowledge Sharing Initiative External Interfaces Working Group (June 15, 1993) DRAFT Specification of the KQML Agent-Communication Language plus example agent policies and architectures
- [12] 이재규, 최형립, 김현수, 이경전 (1999) 전자상거래 원론 158-182
- [13] Micheal Wooldridge and Nicholas R. Jennings, "Agent Theories, and Languages: A

Survey", Lecture Notes in Arificial Intelligence #890, Springer-Verlag, 1995.

[14] Stuart Russell and Peter Norvig (1995), Artificial Intelligence A Modern Approach, Prentice Hall

[15] McAfee, R.P. and McMillan, J. (1987a) Auction and Bidding. Journal of Economic Literature, 25, 699-738.