

# 공동구매시스템에서 학습 곡선법을 이용한 입찰가 생성

박성은, 이용규  
동국대학교 컴퓨터공학과  
e-mail : pse76@dgu.edu

## Generating Bid Prices for Group Buying Systems Using Learning Curve

Sung Eun Park, Yong Kyu Lee  
Dept. of Computer Engineering, Dongguk University

### 요 약

최근에 전자상거래 분야에서는 다양한 에이전트를 시스템에 적용함으로써 전자상거래를 보다 활성화시키려는 연구가 늘어나고 있다. 그러나 현재의 이러한 연구들은 판매자의 실제 이익보다는 구매자의 선호도에 따른 물품을 추천하는데 있고, 가격과 이윤을 다룬 연구가 있어도 이 가격이 실제 이윤에 미치는 영향을 파악하기 어려운 문제가 있었다. 따라서 본 논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위하여 원가 회계 이론에 기반한 원가 산정법들 중에서 고저점법, 산포도법, 학습 곡선법의 비교·분석을 통하여 원가를 보다 정확히 산정하는 방법을 알아내고, 판매자는 이를 반영하여 입찰가를 결정함으로써 적정 이윤을 얻을 수 있도록 한다. 이를 위해 본 논문에서는 각 원가 산정법을 적용한 에이전트의 성능 실험을 하였고, 비교적 우수한 성능을 보인 학습 곡선법을 통해서 적정 이윤을 보장하면서도 낙찰율을 향상시킬 수 있음을 보인다.

### 1. 서론

최근에 전자상거래가 보편화되면서 정책지향 매칭 에이전트[8]나 추천 시스템[3]을 전자상거래시스템에 적용하려는 연구가 늘어나고 있다. 그러나 이러한 에이전트의 개발을 통해서 전자상거래는 활성화될 수 있지만, 실제 판매 이윤과 같은 직접적인 효과를 얻기에는 어려운 문제가 있다. 또한 가격과 이윤 문제를 다룬 연구[7]가 있어도 전자상거래상의 소비자 가격에 국한되어 있어서, 판매자 입장에서는 이 가격이 실제 이윤을 얼마나 창출할 수 있는지를 파악하기 어렵다.

그리고 공동구매를 할 경우에 구매자는 대량의 물품을 저렴한 가격에 구입할 수 있는 장점이 있는 반면에, 판매자는 최저가를 제시해서 거래를 성사시켜

야만 하는 경쟁 부담이 있다.

따라서 공동구매시스템과 같이 대량의 물품을 직거래하는 시스템에서 적정 이윤을 보장하면서도 낙찰율을 향상시킬 수 있는 입찰가를 판매자에게 제공하기 위해서는 보다 정확한 원가 산정이 필요하다. 이를 위해 본 논문에서는 원가 회계 이론에 기반한 원가 산정법인 고저점법, 산포도법, 학습 곡선법을 비교·분석하여 정확히 원가를 산정하는 방법을 알아보고, 판매자가 이를 이용하여 입찰가를 결정할 때, 손해 없이 적정 이윤을 얻을 수 있도록 한다.

이를 위해서 먼저 이 세 가지 원가 산정법들을 비교·분석하고, 각 원가 산정법을 반영한 입찰가 생성 에이전트의 성능 실험을 통해, 적정 이윤을 보장하면서도 낙찰율을 향상시키는 원가 산정법에 대한 연구를 하고자 한다.

## 2. 관련 연구 및 원가 산정법

본 절에서는 관련 연구와 원가 회계 이론에 근거한 원가 산정법들에 대해 살펴보도록 한다.

### 2.1 관련 연구

기존에는 정책지향 매칭 에이전트 시스템을 구현함으로써 전자상거래 시장의 활성화를 촉진시키고자 하는 연구[8]와 한 단계 더 나아가 인터넷 경매를 위한 지능형 에이전트 기반 마진 푸쉬(push) 멀티 에이전트 시스템을 개발함으로써 가격과 이윤의 문제를 체계적으로 해결하려는 연구가 있었다[7].

그러나 이러한 연구들은 단순히 전자상거래 시장의 활성화에만 목적이 있거나, 가격에 관한 연구라 하더라도 과거 낙찰 가격이나 경매 방법 등을 이용한 마진 알고리즘을 사용하기 때문에 추정낙찰가격이 이윤을 창출할 수 있는 가격과 얼마나 유사한지를 파악하기 어려운 문제가 있다.

또한 최근에는 원가 산정법을 이용하여 판매자를 위한 입찰가를 생성하는 연구로 원가 회계 이론 중 최고점과 최저점을 직선으로 연결하여 원가를 추정하는 방식인 단순 고저점법을 사용한 연구[1][2]와 이를 학습 곡선법과 비교 분석한 연구[6]가 있었다. 그러나 입찰가 생성에서 고저점법을 이용할 경우에, 최고점과 최저점이 비정상적인 상황에서 발생한 값이면 이 값들을 대표값으로 사용할 수 없다는 단점이 있고[4], 또한 두 원가 산정법만을 비교 분석하는 것보다는 좀 더 다양한 원가 산정법 비교 분석이 필요하다.

따라서 본 논문에서는 여러 원가 산정법들을 비교·분석하여, 판매자에게 적정 이윤과 낙찰율을 제공할 수 있는 원가 산정법에 대한 연구를 하고자 한다.

## 2.2 원가 산정법

### 2.2.1 고저점법

고저점법(high-low point method)은 통계적 추정 방법의 일종으로 과거의 원가 자료 중에서 최고조업도와 최저조업도에 대한 원가 자료를 이용하여, 고정 원가와 변동 원가를 추정하는 방법으로, 비교적 적은 시간으로 계산이 가능하고, 이해가 용이하다는 장점과 관측 자료 중에서 단지 두 점을 사용하여 전체의 원가 추리를 파악한다는 단점이 있다[4].

### 2.2.2 산포도법

산포도법(scatter diagram method)은 도표상에 나타난 관측 자료를 관찰하여 원가 관측 자료와 조업도 관측 자료의 관계를 가장 잘 설명하는 직선을 직관적으로 결정하는 방법으로, 고저점법을 이용하여 구한 원가 직선이 그다지 적합하지 않다고 판단될 때 보조적 기법으로 유용하게 사용될 수 있지만, 분석 담당자에 따라 적용될 수 있는 직선이 주관적으로 달라질 수 있다는 단점이 있다[4].

### 2.2.3 학습 곡선법

학습 곡선법(learning curve)은 작업자들이 특정 작업을 계속적으로 반복하여 수행함으로써 조직의 산출량 수준과 업적 수준이 향상되는 학습 현상이 존재하여 누적 생산량이 증가함에 따라 단위당 누적 평균 변동 원가가 체계적으로 감소하는 형태를 의미하며, 직접 작업을 행하는 산업에 적합하지만, 그 학습 현상에 대한 원인 규명을 일반론으로 정립시킬 수 있는 기준이 불분명한 단점이 있다[4].

## 3. 입찰가 생성 에이전트

이 절에서는 입찰가 생성 과정과 각 원가 산정 방법을 이용하여 원가를 산정하는 방법에 대해 설명하고, 이를 적용한 입찰가 생성 에이전트를 설계한다.

### 3.1 입찰가 생성

식(1)은 입찰가 생성 에이전트가 판매자에게 제공하는 최종 입찰가를 구하는 공식으로, 각 후보 입찰가를 생성한 후 가중치  $W_1$ ,  $W_2$ 의 값을 각각 0.5로 적용한다.

$$P_{bid-price} = W_1 \times P_{total-cost} + W_2 \times P_{bid-history} \dots \text{식(1)}$$

(단,  $P_{bid-price}$ =최종 입찰가,  $P_{total-cost}$ =원가 산정법에 따른 후보 입찰가,  $P_{bid-history}$ =과거 낙찰 기록에 따른 후보 입찰가,  $W_1$ ,  $W_2$ =가중치 ( $W_1 + W_2 = 1$ ))

과거 낙찰 기록에 따른 후보 입찰가는 다음 식(2)를 사용하며[1][2], 각 원가 산정법에 따른 원가 산정은 다음 절에서 좀 더 자세히 설명한다.

$$P_{bid-history} = \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n w_i \times p_i \right) \times Q \dots \text{식(2)}$$

(단,  $n$ =유사한 사례의 수,  $w_i$ = $i$ 번째 경우에 대한 가중치,  $p_i$ = $i$ 번째 경우의 단위당 입찰가,  $Q$ =전체 판매량)

3.2 원가 산정

원가 산정을 위해 고저점법, 산포도법, 학습 곡선법의 세 가지 원가 회계 이론을 사용하며, 이 회계 이론에 공통적으로 적용되는 원가 산정법은 다음 식(3)과 같다.

$$P_{total-cost} = a + b \times Q_{total} \dots\dots\dots \text{식(3)}$$

(단, P=총원가, a=물품의 고정원가, b=물품의 단위당 변동원가, Q<sub>total</sub>=생산량)

각 원가 산정법들의 a, b 값을 구하는 방식은 각각 다르며 그에 따라 추정되는 총원가도 달라진다.

3.2.1 고저점법

고저점법은 최고점과 최저점을 직선을 연결하여 생성된 방정식을 이용하여 새로운 원가를 추정하는 방식으로 a, b 값은 다음 식(4)와 (5)에 의해서 구해진다.

$$b = \frac{P_{cost-max} - P_{cost-min}}{Q_{max} - Q_{min}} \dots\dots\dots \text{식(4)}$$

(단, b=물품의 단위당 변동원가 P<sub>cost-max</sub>=최고 총원가, P<sub>cost-min</sub>=최저 총원가, Q<sub>max</sub>=최고 생산량, Q<sub>min</sub>=최저 생산량)

위에서 구한 단위당 변동원가를 이용해서 고정원가를 식(5)에 의하여 구할 수 있다.

$$a = P_{month} - (b \times Q_{month}) \dots\dots\dots \text{식(5)}$$

(단, a=물품의 고정원가, b=물품의 단위당 변동원가, P<sub>month</sub>=최고 또는 최저점의 총원가, Q<sub>month</sub>=최고 또는 최저점의 생산량)

3.2.2 산포도법

산포도법은 분석 담당자의 주관에 따라 원가와 작업도 관측자료 관계를 결정해야 하므로 특정한 공식이 없다. 그러나 본 논문에서는 고저점법의 단점을 보완하고 객관적인 방법으로 산포도법을 적용하기 위해서 다음 식(6)과 같은 표준 편차식을 활용하고자 한다.

$$\sigma^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (p_i - m)^2 \dots\dots\dots \text{식(6)}$$

(단, σ=표준편차, n=분포된 원가의 개수, p=분포된 원가들, m=분포된 원가들의 평균)

3.2.3 학습 곡선법

학습 곡선법을 사용하여 원가를 산정하기 위해서는 단순회귀분석법을 이용하며, 표본자료의 평균선을 구하기 위해 최소 자승법을 사용한다. 단순회귀분석법이란, 원가의 추이를 하나의 독립 변수의 변화에 관계를 갖는 직선이라고 생각하여 최소 자승법에 의해서 회귀선을 구하는 것이며, 최소 자승법은 원가 편차의 제곱의 합을 최소화하는 방정식을 구하는 것을 의미한다[4].

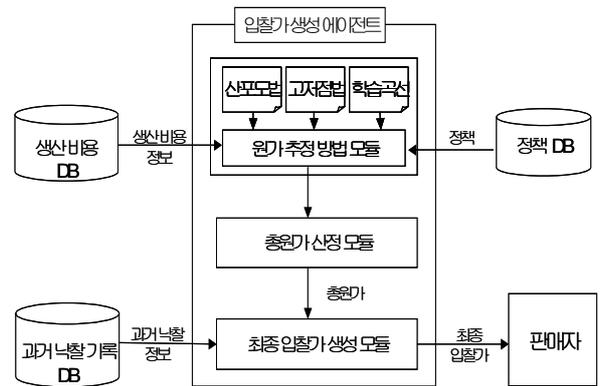
$$\sum_{i=1}^n P_i = na + b \sum_{i=1}^n Q_i \dots\dots\dots \text{식(7)}$$

$$\sum_{i=1}^n Q_i P_i = a \sum_{i=1}^n Q_i + b \sum_{i=1}^n Q_i^2 \dots\dots\dots \text{식(8)}$$

(단, P=단위당 평균누계원가, Q=누적 생산량, a=고정 원가, b=물품의 단위당 변동원가)

3.3 입찰가 생성 에이전트 설계

[그림 1]은 입찰가 생성 에이전트의 구조를 나타낸 그림이다. 먼저, 원가 추정 방법 모듈에서 원가 정책에 따른 원가 정보를 선택하고, 총원가 산정 모듈에서 이 정보를 기반으로 원가 방정식을 유도하여 원가를 산정하며, 최종 입찰가 생성 모듈에서 과거 낙찰 정보와 총원가를 이용하여 판매자를 위한 최종 입찰가를 생성한다.



[그림 1] 입찰가 생성 에이전트 구조도

4. 입찰가 생성 에이전트의 성능 실험

본 절에서는 각 원가 산정법을 반영한 입찰가 생성 에이전트에 대한 실험 결과를 분석한다.

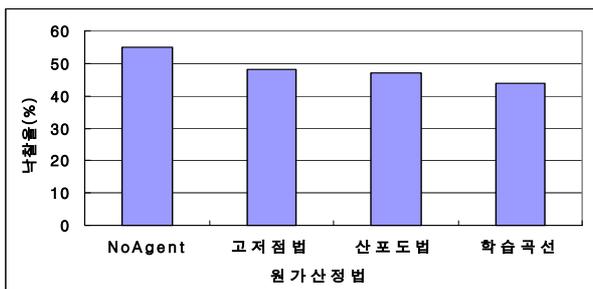
#### 4.1 성능 실험 환경 및 방법

성능 실험을 위해 실제 LCD 산업 분야를 분석한 연구에서 제시한 총원가, 총판매량, 판매 가격 등의 평균 데이터를 활용하며[5], 최근 2년간의 연평균 데이터 120건을 시뮬레이션하였다. 각 원가 산정법을 적용한 입찰가 생성 에이전트는 판매자에게 최종 입찰가를 제공할 수 있도록 하고, Visual basic 6.0을 사용하여 개발하였다.

#### 4.2 성능 실험 결과

##### 4.2.1 전체 입찰의 낙찰율 비교

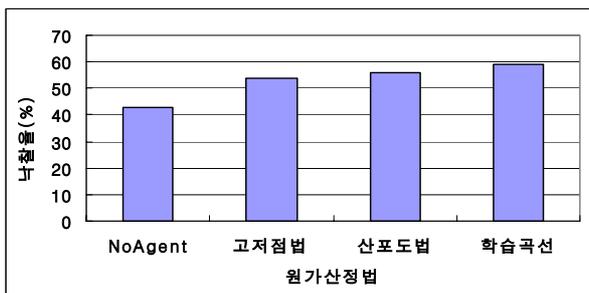
[그림 2]는 전체 입찰에 대한 낙찰율을 비교한 그래프이다. 이 그래프는 원가 이하의 가격을 제안함으로써 낙찰에는 성공했지만 판매자가 손해를 본 건수도 포함한 경우로써, 그래프 상에서는 에이전트를 사용하지 않은 경우의 낙찰율이 에이전트를 사용한 경우에 비해 높지만, 그만큼 판매자가 손해를 보면서 낙찰될 확률도 높음을 알 수 있다.



[그림 2] 전체 입찰의 낙찰율 비교

##### 4.2.2 이익이 발생한 경우의 낙찰율 비교

그러나 [그림 3]은 낙찰된 건수 중에서 이익이 발생한 경우에 대한 낙찰율을 비교한 결과이다. 각 원가 산정법을 반영한 에이전트를 사용한 경우가 그렇지 않은 경우에 비해 상대적으로 높고, 그 중에서도 학습 곡선법을 적용한 에이전트의 낙찰율이 비교적 우수함을 알 수 있다.



[그림 3] 이익이 발생한 경우의 낙찰율 비교

#### 5. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 판매 가격에 대한 실제 이윤을 파악하기 위해서 고저점법, 산포도법, 학습 곡선법과 같은 원가 산정법들을 비교·분석하고, 각 원가 산정법을 기반으로 한 입찰가 생성 에이전트를 개발하였다. 그리고 에이전트들의 성능 평가를 통해 학습 곡선법을 활용한 에이전트가 비교적 성능이 우수함을 보였고, 가격과 이윤에 대한 체계적인 접근을 통하여 기존 연구와는 다르게 판매자의 입장을 고려하여 공동구매시스템에서 판매자가 적정 이윤을 확보하면서도 낙찰율을 향상시킬 수 있음을 보였다.

향후에는 이러한 학습 곡선법을 적용한 에이전트를 기반으로 효율적인 공동구매시스템을 구현하는 연구가 필요하다.

#### 참고문헌

- [1] Y. K. Lee, S. W. Kim, M. J. Ko, and S. E. Park, "Pricing Agents for a Group Buying System," EurAsia ICT 202, Lecture Notes in Computer Science (LNCS), vol. 2510, pp. 693-700, 2002.
- [2] 고민정, 김신우, 박성은, 이용규, "인터넷 경매 시스템에서의 낙찰 예정가 자동 생성 에이전트," 한국정보처리학회논문지, 9-D권 5호, pp. 955-962, 2002.
- [3] 김종완 외 5명, "전자상거래에서 제품 정보 추천을 위한 멀티 에이전트 시스템의 워크플로우 구축," 한국정보처리학회 논문지, 제8-B권 6호, pp. 617-624, 2001.
- [4] 박규홍, 허귀진, 원가회계, 신영사, 1998.
- [5] 박성배, 기업별 학습곡선 분석에 관하여 TFT-LCD 산업을 중심으로, 서울대학교 대학원 박사학위논문, 2003.
- [6] 박성은, 이용규, "원가 산정법을 활용한 공동구매시스템 입찰가 생성," 한국정보처리학회 '03 추계 학술발표 논문집, pp. 1707-1710, 2003.
- [7] 이근왕, 김정재, 이종희, 오해석, "인터넷 구매를 위한 지능형 에이전트 기반 이윤 푸쉬 멀티 에이전트 시스템 설계 및 구현," 한국정보처리학회 논문지, 제9-D권 1호, pp.167-172, 2002.
- [8] 황병연, 박성철, "전자상거래를 위한 정책지향 매칭 에이전트 시스템의 설계 및 구현," 한국정보처리학회 논문지, 제8-D권 5호, pp. 623-630, 2001.