

거래가격 결정을 위한 에이전트의 의사결정규칙에 대한 연구*

주 석 진**

<목 차>

I. 서론	4.3 온라인 공동구매 의사결정규칙
II. 문헌조사	4.4 사용자지정 구매 의사결정규칙
III. 지능형 에이전트의 구조와 특성	V. 결론
IV. 거래가격 결정을 위한 의사결정 규칙	참고문헌
4.1 소비자의 구매의사결정 과정	Abstract
4.2 온라인 경매사이트 마감시간에서의 의사결정규칙	

I. 서론

인터넷이 상업적으로 활용되기 시작한 이 후, 고객들은 인터넷 상에 존재하고 있는 여러 형태의 시장에서 좀 더 그들에게 유리하게 제품이나 서비스를 구매할 수 있게 되었다. 현실의 세계에 서와 같이 가상공간에서도 구매행위가 가능하게 된 것이다. 가상공간에 존재하는 대표적인 시장 들 중에는 온라인 쇼핑몰, 온라인 경매시장, 그리고 온라인 공동구매시장이 있다.

온라인 쇼핑몰에는 현실세계의 쇼핑몰처럼 많은 점포들이 모여 있는 곳이다. 고객들은 제품이나 서비스를 구매하기 위하여 여러 쇼핑몰들을 방문하고 여러 거래조건들을 비교하게 된다. 이는 많은 노력과 시간이 요구되는 일이다. 이러한 부담을 줄여주기 위해서 온라인 쇼핑몰에서는 탐색엔진이나 지능형 에이전트들이 고객을 대신하여 그들이 원하는 제품이나 서비스를 찾아도록 지원해 주고 있다. 또한 온라인 쇼핑몰들에 대해 제품이나 서비스의 가격을 비교해주는 사이트 들도 운영되고 있다. 이들은 가격이나 고객이 선택한 여러 비교기준들을 사용하여 제품이나 서 비스 그리고 이들을 공급해주는 상점을 찾아 정리하여 보여준다. 그러나 이런 방법도 경매나 공 동구매와 같은 다른 유형의 시장은 배제하고 온라인 쇼핑몰들만을 대상으로 한다는 점에서 완전 하다고는 할 수 없다.

* 본 연구는 2003학년도 경기대학교 학술연구비 지원에 의하여 수행되었음.
** 경기대학교 경영학부 경영정보학전공 교수, sju@kyonggi.ac.kr

온라인 경매에서는 판매자가 제품을 팔고자 등록을 하면, 구매자들이 순차적으로 그리고 반복적으로 입찰을 하여 최종 낙찰가에 이르게 된다. 온라인 경매는 여러 가지 유형이 있으며, 각기 고유한 생성목적과 운영방식을 가지고 있다. 본 연구에서는 구매자들이 차례로 경매항목에 대해 입찰을 하며 입찰가는 시간이 흐름에 따라 증가하는 영국식 경매만을 고려하기로 한다. 경매는 더 이상의 입찰이 없거나 경매종료시간이 될 때까지 계속된다. 가장 높은 낙찰가를 제시한 구매자가 낙찰자로 결정된다. 경매의 주요한 특성은 동적인 방식으로 가격이 결정된다는 것이다.

온라인 공동구매는 고객들이 다량으로 구매할 경우 할인된 가격으로 제품을 구매할 수 있도록 해준다. 흔히 제3자가 구매자들을 모으거나 중소기업들이 구매량을 합쳐 수량을 크게 한 후 판매자와 가격협상을 하거나, 판매자들이 구매수량에 따른 가격할인을 제시한다. 대기업의 경우는 대량구매에 따른 가격할인 이외에도 구매할 때마다 발생하는 관리비용을 절약하기 위하여 필요한 품목들을 모아서 주문하기도 한다[Turban & King 2003].

그러나 위에서 열거한 시장을 포함하여 여러 시장에서는 같은 제품이라 할지라도 서로 다른 가격격도로 거래가 이루어지고 있다. 시장마다 서로 다른 가격결정 메커니즘을 가지고 있기 때문에 고객들이 여러 시장들을 동시에 고려하여 제품을 구매할 시장을 선택한다고 하는 것은 매우 어려운 일이다. 이러한 한계를 극복하기 위해서는 여러 시장을 동시에 고려하며 구매의사결정을 할 수 있는 의사결정규칙이 필요하다. 이를 위해서는 각각의 시장에서의 구매의사결정은 고객의 효용을 극대화시킬 수 있어야 하며, 이로 인해 발생할 수 있는 다른 시장과의 상충이 해결되어야 한다. 이를 구현하기 위하여 주석진 등[Chu et al. 2004]은 여러 시장에서 상호협력적으로 구매의사결정을 할 수 있는 에이전트시스템의 개념적 구조인 IBA(Intelligent Buyer Agent)를 제시한 바 있다. 이 연구에서는 에이전트들의 구매의사결정규칙, 에이전트 간에 의사소통을 하기 위한 메시지 체계와 구매의사결정을 하는 절차가 예제와 더불어 기술되어 있다. 그러나 이 연구는 에이전트 시스템의 구조에 초점이 맞추어져 있기 때문에 구매의사결정규칙이 현실과는 다소 차이가 나며 단순화 되어 있다. 따라서 본 연구에서는 에이전트들이 보다 정확한 구매의사결정을 할 수 있도록 현실을 충분히 반영하는 보다 정교한 구매의사결정규칙을 제시하고자 한다.

본 연구는 다음과 같이 구성되어 있다. 2장에서는 문헌조사, 3장에서는 IBA에 대한 구조와 특성, 그리고 4장에는 구매를 위한 의사결정규칙이 자세히 기술되어 있다.

II. 문헌조사

지능형 에이전트는 주로 인터넷 상거래에서 제품이나 상점(상인)을 선택하기 위한 목적으로 사용되어 왔다. 에이전트는 어느 특정 시점에서 고객이 지정한 기준(주로 가격)을 가장 만족시키는 제품을 찾거나, 같은 제품일 경우 고객에게 가장 유리한 조건으로 그것을 공급해주는 상인을 선정하게 된다. 이러한 에이전트에 관한 연구를 시장을 기준으로 분류하여 보면 다음과 같다.

온라인 쇼핑에서는 수많은 가격비교 사이트에서 제품선택을 위한 에이전트들이 활용되고 있

으며, 초기의 대표적인 가격비교 지능형 에이전트로는 PersonaLogic, Firefly[Guttman et al 1998], UNIK-SES[Lee et al. 1996] 등이 있다. 상인 선택을 위한 지능형 에이전트로는 BargainFinder(Wilder 1995), Jango(Guttman et al. 1998a), Roboshopper(Murch & Johnson 1999), BottomDollar(Murch & Johnson 1999), FIDO(www.shopfido.com), Mx BookFinder(Murch & Johnson 1999), Advanced Book Exchange3(www.abebook.com), Kasbah(Chavez & Maes 1996), COOPBOT(Milani & Marcugini 1998), ICOMA(Kang et al. 1998), 그리고 MAgNET (Dasgupta et al. 1999) 등이 있다.

온라인 경매에서는 지능형 에이전트가 주로 contract type을 생성하는데 활용되고 있다. UNIK-AGENT[Lee & Lee 1998]과 AuctionBot[Wurman et al. 1998]은 대표적인 contract type 생성 에이전트이다. FishMarket[Rodriguez et al. 1997]과 BiddingBot[Ito et al 2000a]에서는 고객은 에이전트를 사용하여 손쉽게 입찰에 참여할 수 있다. 그 밖에도 에이전트 간에 협력적 입찰 방식에 대한 연구[Ito et al 2000b]와 여러 경매에 동시에 참여할 수 있는 자발적 에이전트에 관한 연구[Anthony et al 2001; Preist et al 2001] 등이 있다.

온라인 공동구매에서는 에이전트가 판매자나 구매자를 대신하여 협상을 하는데, GroupBuyauction[Yamamoto & Sycara 2001]에서는 구매자 에이전트는 대량구매에 따른 할인을 받기 위하여 에이전트 간에 연합을 하고 있다. 반면에 Ito[Ito et al. 2001a, 2001b] 등은 구매자 에이전트들이 할인을 받기 위해 연합을 하는데 대하여, 판매자 에이전트들 간에 각자에게 불필요하지만 상대방에게 필요한 제품을 묶음 단위로 맞교환함으로써 판매를 용이하게 할 수 있는 협력 메커니즘을 제시하였다.

한편, 에이전트 간의 협력에 대해서는 다양한 접근법과 해법에 대한 연구들이 있다[Guttman & Maee 1998; Ito et al. 2000; Ketchpel 1995; Lander & Lesser 1993; Markoff 1996; Nunamaker et al. 1991; Shehory & Kraus 1995; Yamamoto & Sycara 2001; Yokoo et al. 1992].

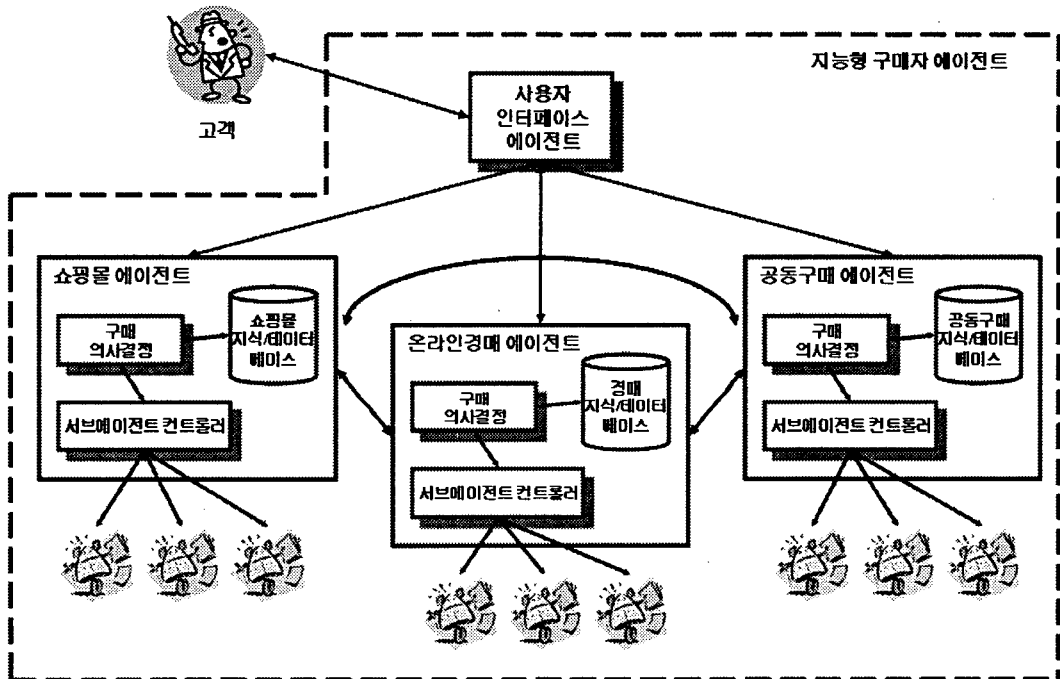
특정시점이 아닌 시간이 흐름에 따라 의사결정 결과가 변화하는 것에 대한 연구로는 Teodorescu [Teodorescu H. & Zbancioc M. 2005] 등이 시간에 의존적인 의사결정과정의 역동성에 대하여 퍼지로지(fuzzy logic)과 규칙(rule)을 사용하여 모형화를 시도하였다. McNulty [McNulty S., Wilson A., Wilson G.] 등은 시간의존적 의사결정 구조에 대한 연구를 하였는데, 그들은 시간이 변화함에 따라 의사결정에 필요한 자료의 유형도 바뀌고 따라서 의사결정에 필요한 정보도 갱신해야 하고, 필요하다면 의사결정에 필요한 구성요소의 구조까지도 갱신해야 한다고 하였다.

여러 시장을 동시에 포괄하면서 시간이 변화함에 따라 변화하는 상황을 고려해가며 에이전트들이 협력하여 의사결정을 하는 것에 대한 연구는 주석진[Chu et al. 2004]등이 처음으로 시도하였으나, 이 연구는 다음과 같은 한계점을 가지고 있다. 첫째로 상호협력적인 구매의사결정 하에서 의사결정규칙을 적용하기 위하여 각 유형별 시장에 동시에 둘 이상의 판매자가 존재하지 않는다는 등의 현실적인 상황을 충분히 반영하지 못한 가정이 포함되어 있다. 둘째로 구매의사결정에 사용되는 기대값 계산을 위한 수식을 도출하는 과정이 생략되어 있다. 마지막으로 의사결정규칙의 중요한 구성요소인 미래의 구매 가격에 대한 확률분포함수의 특성이 명확하게 제시되

어 있지 않다.

Ⅲ. 지능형 에이전트의 구조와 특성

여러 유형의 시장을 동시에 고려하면서 고객에게 가장 유리하게 제품을 구매하기 위한 지능형 에이전트 IBA의 구조를 주석진 등[Chu et al. 2004]은 다음의 <그림1>과 같이 제시하였다.



<그림1> 지능형 에이전트 IBA의 구조

4개의 에이전트는 각각 독립적으로 운영되고 있다. 사용자 인터페이스 에이전트가 고객으로부터 요구사항을 받으면 나머지 에이전트들-쇼핑몰 에이전트, 경매 에이전트, 공동구매 에이전트-는 각각 그들의 지식/데이터베이스를 사용하여 구매의사결정을 내리게 되며, 이 과정에서 발생하는 구매의사결정의 불일치는 협력적 협상을 통하여 조정한다.

쇼핑몰 에이전트는 그것의 서브 에이전트들을 작동시켜 고객의 요구사항을 가장 잘 만족시켜 주는 상인(특정 제품을 최저가로 공급해주는 상인)을 탐색한다. 쇼핑몰의 경우 가격을 포함한 거래조건은 사용자가 지정한 의사결정 완료시점까지 변하지 않는 것으로 가정하며, 이 정보는 경매 에이전트와 공동구매 에이전트가 공유한다.

경매 에이전트는 그것의 서브 에이전트들을 작동시켜 각 서브 에이전트가 담당하고 있는 경매의 진행상황을 감시한다. 특정 서브 에이전트가 담당하고 있는 경매의 종료시점이 다가오면, 서브 에이전트는 경매 에이전트에게 최근의 입찰가를 포함한 정보를 알려주며 입찰참여 여부를 문의한다. 경매 에이전트는 쇼핑물 에이전트와 공동구매 에이전트와의 협력적 협상을 통해 입찰 참여여부와 참여할 경우 입찰가격에 대한 결정을 내리게 된다.

공동구매 에이전트도 경매 에이전트와 유사하게 그것의 서브 에이전트들을 작동시켜 각 서브 에이전트들이 담당하고 있는 공동구매의 참여자 수(총 주문량)와 단위가격에 대한 정보를 얻는다. 그리고 쇼핑물 에이전트와 경매 에이전트와의 협력적 협상을 통하여 공동구매에 참여여부를 결정하게 된다.

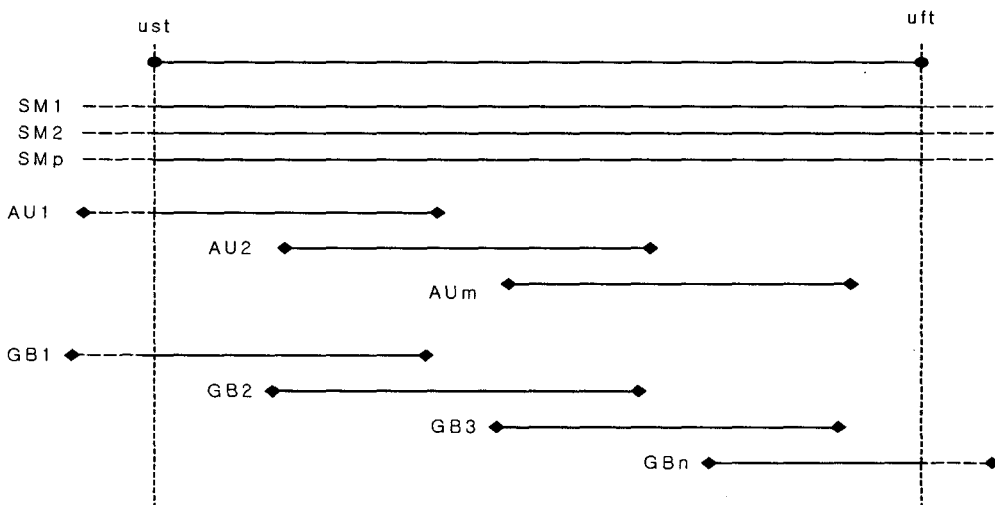
쇼핑물(경매, 공동구매) 지식/데이터베이스는 에이전트들이 각각의 시장에서 의사결정에 필요한 규칙들과 그것들의 적용에 필요한 과거 거래기록 데이터들을 포함하고 있다.

IV. 구매가격 결정을 위한 의사결정규칙

4.1 소비자의 구매 의사결정 과정

4.1.1 기호의 정의

본 장에는 시장참여자들이 협력적 협상을 통하여 어떻게 구매의사 결정을 수행하는 지에 관한 의사결정 규칙을 기술한다. 상세한 의사결정규칙 내용을 기술하기 전에 필요한 개념과 정의를 소개는 것이 필요하다. <그림2>은 고객의 구매 의사결정을 위한 시간의 범위와 인터넷 쇼핑물, 경매, 공동구매 시장에서 고려대상이 되는 상점이나 시장의 범위를 보여준다.



<그림2> 고객의 구매 의사결정 시간 범위

- ust : 사용자가 지정한 구매 의사결정 시작 시간 (user's start time)
- uft : 사용자가 지정한 구매 의사결정 종료 시간 (user's finish time)
- SM_i : 구매 가능한 i번째 인터넷 쇼핑몰(Shopping Mall) (i = 1, 2, ..., p)
- ps_i : SM_i에서의 구입 가격(사용 가능한 마일리지, 포인트 모두 고려한)
- ps_{min}(t) : t 시점까지 조사된 쇼핑몰 가격 중 가장 작은 가격 (= Min_i ps_i)
- ※ 쇼핑몰의 가격을 조사하는데도 시간 차이가 존재한다고 가정하였음.
- AU_i : 구매 가능한 i번째 인터넷 경매(AUction) (i = 1, 2, ..., m)
- (즉, ust ≤ aft_i ≤ uft 인 경우에만 가능)
- (ast_i, aft_i) : AU_i의 시작 시간과 종료 시간
- pa(t) : AU_i에서의 t시점의 최고 응찰 가격
- GB_i : 구매 가능한 i번째 공동구매(Group Buying) (i = 1, 2, ..., n)
- (즉, ust ≤ gft_i 이고 gst_i ≤ uft 인 경우에만 가능)
- (gst_i, gft_i) : GB_i의 시작 시간과 종료 시간
- pg_i(t) : GB_i에서의 t시점의 공동구매 가격
- pgm_i : GB_i에서의 최저 공동구매 가격

위에서 구매 가능한 인터넷 경매 사이트와 공동구매 사이트의 조건이 서로 다른 이유는 경매의 경우에는 구매가격이 경매의 종료시간까지 계속 증가하기 때문에 경매의 종료시간이 사용자가 지정한 구매의사결정 시간 범위 내에 존재(ust ≤ aft_i ≤ uft)하는 경매 사이트만 고려의 대상이 된다. 그러나 공동구매의 경우에는 종료시간이 사용자가 지정한 구매의사결정 시간을 벗어나더라도 최종 구매가격에 대해 유효한 정보를 획득할 수 있으므로 사용자가 지정한 구매의사결정 시간 범위와 중복되는 구간이 조금이라도 있으면(ust ≤ gft_i 이고 gst_i ≤ uft), 해당 공동구매 사이트에서 구매의사결정을 할 수 있다.

4.1.2 의사결정 시점 및 내용의 유형

시작 시간 ust에서부터 종료시간 uft 까지 구매의사결정에 있어서 의사결정이 필요한 시점은 세 가지 유형으로 구분할 수 있다. 첫번째, 유형은 제품을 위한 어떤 온라인 경매 사이트가 종료 시간에 도달한 경우이며, 이때 IBA는 경매에 참여할지의 여부와 입찰가격을 결정한다. 두번째, 유형은 어떤 공동구매가 마감되는 경우로 이때 IBA는 제품을 위해 해당 공동구매에 참여할지를 결정한다. 여기서의 마감이란 공동구매의 종료시간 또는 공동구매를 위한 지원자의 수가 최대의 사람 수에 도달하는 것을 의미한다. 마지막으로 제품을 위한 구매결정은 고객에 의해 지정된 종료시간에 이루어진다.

앞에서 설명한 바와 같이 세 가지 유형의 의사결정 시점에 대하여 가능한 의사결정 내용을 정리하면 다음과 같다.

(1) 인터넷 경매 AU_i의 종료 시점 aft_i (k = 1, 2, ..., m)

① AU_i에 p의 가격으로 응찰한다. (단, p ≥ pa(aft_i) 이어야 한다)

그리고 낙찰되면 구매 과정을 종료하고 그렇지 않으면 구매 과정을 계속한다.

- ② AU_i 에 응찰하지 않는다.
 - (2) 공동구매 GB_i 의 종료 시점 gft_i ($i = 1, 2, \dots, q$)
 - (단, $gft_1, \dots, gft_q < uft$ 이고, $gft_{q+1}, \dots, gft_n \geq uft$ 이다.)
 - ① GB_i 에 주문한다. (단, 구입 가격은 $pg_i(gft_i)$ 이다.)
그리고 구매 과정을 종료한다.
 - ② GB_i 에 주문하지 않는다.
 - (3) 사용자 지정 구매 종료 시점 uft
 - ① 인터넷 쇼핑몰 SM_i 에서 주문한다. (단, 구입 가격은 ps_i 이다.)
 - ② 공동구매 GB_i 에 주문한다. (단, $i > q$ 이다.)
구입 가격은 gft_i 에 결정되며, 가격은 $pg_i(gft_i)$ 이다.
- 그러면 각 경우에 대하여 의사결정 과정을 보기로 하자.

4.2 온라인 경매 사이트 마감시간에서의 의사결정 규칙

4.2.1 의사결정규칙

경매에이전트는 종료시간이 임박한 온라인 경매 사이트 AU_k 에서 입찰을 할 것인지를 결정하기 위해 AU_k 의 최신 입찰가격($pak(aft_k)$)이 쇼핑몰, 온라인 경매, 그리고 공동구매 사이트들을 포함하는 모든 마켓플레이스에서 가장 낮은 가격인지를 판단해야 한다. 경매 종료시간 직전 ($aft_k - \epsilon$)에 수행하는 이러한 판단은 경매에 있어서 참여여부와 입찰가격에 대한 제한을 결정하여 주는데, 인터넷 경매의 경우에는 오프라인 경매와는 다르게 참여자의 시간적/공간적 일치를 엄밀하게 요구하지 않고 종료시간을 탄력적으로 운영하는 경우가 대부분이다. 즉, 경매의 종료시간이 참여자들의 입찰 상황에 따라 유동적으로 변하게 된다. 우리나라의 대표적인 경매 사이트인 옥션(www.auction.co.kr)의 경우 사전에 지정된 경매 종료시간 5분 전에 새로운 입찰자가 존재하면 경매의 종료시간이 마지막 입찰 시간으로부터 5분 후로 연장되고, 총 연장 시간이 30분이 될 때까지는 이러한 시간 연장기준이 반복적으로 적용된다. 또 다른 경매 사이트인 온켓(www.onket.com)의 경우에도 위와 유사하게 경매 종료시간 3분 전에 새로운 입찰자가 존재하면 종료시간이 3분 연장되며, 총 10회(30분)까지 반복적으로 연장 가능하다. 따라서 인터넷 경매에의 참여 여부는 경매 종료시간(aft_k)을 중심으로 일정한 범위의 시간 내에 결정하는 것이 가능하며, 그 때에 사용할 결정 기준을 자세히 살펴보면 다음과 같다.

첫째, AU_k 의 종료시점 응찰가격이 쇼핑몰 최저가격보다 높거나 같은 경우 즉, $pa_k(aft_k) \geq ps_{min}(aft_k)$ 인 경우에는 최저가격 쇼핑몰에서 구입하면 되므로 AU_k 에 응찰하지 않는다.

둘째, AU_k 의 종료시점 응찰가격이 쇼핑몰 최저가격보다 낮지만, 현재 진행중인 종료시점이 도래하지 않은 어떤 공동구매 GB_j 의 현재 가격보다는 높거나 같은 경우 즉, $pa_k(aft_k) < ps_{min}(aft_k)$, $pa_k(aft_k) \geq pg_j(aft_k)$ 인 경우에는 공동구매 GB_j 의 구입가격이 경매보다 더 낮은 것이 확실하므로 AU_k 에 응찰하지 않는다.

셋째, AU_k 의 종료시점 응찰가격이 쇼핑물 최저가격보다 낮고 현재 진행중인 모든 공동구매 GB_i 의 현재 가격보다 낮지만, 하나 이상의 어떤 공동구매 GB_j 의 최저가격보다 높거나 같은 경우 즉, $pa_k(aft_k) < ps_{min}(aft_k)$, $pa_k(aft_k) < pg_i(aft_k) \forall i$, $pa_k(aft_k) \geq pg_{mj}$, $\exists j$ 인 경우에는 현재까지는 AU_k 의 가격이 최저 구매가격이지만, 다른 구매가격이 AU_k 의 현재가격보다 낮아질 가능성이 있다. 따라서 인터넷 경매 AU_k 에 응찰하지 않을 경우 이후에 다른 쇼핑물, 경매, 공동구매를 이용하여 구입하는 가격의 기대치인 $EP(\sim AU_k)$ 을 계산하여 $pa_k(aft_k) \geq EP(\sim AU_k)$ 이면 AU_k 에 응찰하지 않고, $pa_k(aft_k) < EP(\sim AU_k)$ 이면 $EP(\sim AU_k)$ 보다 낮은 가격에서 AU_k 에 응찰한다. 만일 기대치 $EP(\sim AU_k)$ 계산에 필요한 과거 거래기록 데이터가 없는 경우에는 $\text{Min}\{ps_{min}(aft_k), \text{Min}_i\{pg_i(aft_k)\}\}$ 보다 낮은 가격에서 AU_k 에 응찰한다.

넷째, AU_k 의 종료 시점 응찰 가격이 쇼핑물 최저가격보다 낮고 모든 공동구매 GB_k 의 최저가격보다 낮은 경우 즉, $pa_k(aft_k) < ps_{min}(aft_k)$, $pa_k(aft_k) < pg_{mi}$, $\forall i$ 인 경우에는 위의 세 번째 경우와 같은 의사결정을 내린다.

이는 아래의 <표1>과 같이 정리될 수 있다.

<표1> 인터넷 경매 AU_k 의 종료 시점 aft_k ($k = 1, 2, \dots, m$)에서의 의사결정

	상황(조건)	의사결정 규칙
①	$pa_k(aft_k) \geq ps_{min}(aft_k)$	AU_k 에 응찰하지 않는다.
②	$pa_k(aft_k) < ps_{min}(aft_k)$ $pa_k(aft_k) \geq pg_i(aft_k)$	AU_k 에 응찰하지 않는다.
③	$pa_k(aft_k) < ps_{min}(aft_k)$ $pa_k(aft_k) < pg_i(aft_k) \forall i$ $pa_k(aft_k) \geq pg_{mj}, \exists j$	$pa_k(aft_k) \geq EP(\sim AU_k)$ 이면 AU_k 에 응찰하지 않는다. $pa_k(aft_k) < EP(\sim AU_k)$ 이면 $EP(\sim AU_k)$ 보다 낮은 가격에서 AU_k 에 응찰 과거 거래기록 데이터가 없는 경우에는 $\text{Min}\{ps_{min}(aft_k), \text{Min}_i\{pg_i(aft_k)\}\}$ 보다 낮은 가격에서 AU_k 에 응찰
④	$pa_k(aft_k) < ps_{min}(aft_k)$ $pa_k(aft_k) < pg_{mi}, \forall i$	보다 낮은 가격에서 AU_k 에 응찰

4.2.2 $EP(\sim AU_k)$: 인터넷 경매 AU_k 에 응찰하지 않을 경우 이후에 다른 쇼핑물, 경매, 공동구매를 이용하여 구입하는 가격의 기대치

(1) <표1>에서 ③에 대한 경우

이 경우에 $EP(\sim AU_k)$ 를 계산하는데 고려해야 하는 점은 현재 진행중인 공동구매 중에서 최저 가격이 AU_k 의 현재가격보다 낮은 $GB_j(j=1,2,\dots,r)$ 의 최종 결정가격이 AU_k 의 현재가격보다 낮아질 가능성이 얼마나 있는지와 현재 시점 이후에 AU_k 의 현재가격보다 더 낮은 최종 가격을 갖는 경매나 공동구매가 새롭게 나타날 가능성이 얼마나 있는가이다. 따라서 $EP(\sim AU_k)$ 를 계산하기 위해서 필요한 확률분포는 아래와 같다.

- $f_s(p)$: aft_k 이후에 나타나는 경매나 공동구매의 최종 가격에 대한 연속확률분포함수
과거에 이미 종료된 경매나 공동구매의 최종 가격으로부터 계산된 평균과 표준편차를 갖는 정규분포로 가정하며, 과거에 동일한(또는 유사한) 제품에 대한 경매나 공동구매의 발생 빈도를 이용하여 최종 가격 중에 최저가격에 대한 분포를 사용한다.

$$f_s(p) = \sum_{i=1}^{\infty} (pf(i) \times f_i(p))$$

단, $pf(i)$ 는 과거의 발생빈도를 도착율로 하는 포아송분포

$f_i(p)$ 는 동일한 평균과 표준편차를 갖는 i 개의 정규분포 중 최소값에 대한 확률분포함수 이고 정규분포에 대한 확률분포함수 $z(x)$ 와 누적확률분포함수 $\Phi(x)$ 를 이용하여 구할 수 있다.

$$\text{즉, } f_n(x) = n \times \{1 - \Phi(x)\}^{n-1} \times z(x)$$

- $pn_j(c)$: 공동구매 GB_j 의 종료시간까지 추가적으로 주문하는 구매자의 수에 대한 이산확률분포함수
공동구매 GB_j 의 시작시간부터 현재시간까지 참여한 구매자의 수를 이용하여 계산된 도착율을 갖는 포아송분포로 가정한다.

우선 간단한 경우부터 생각해보기로 한다. 인터넷 경매 AU_k 의 종료시간 aft_k 에 아직 진행중인 공동구매가 오직 하나(GB_1)만 있다고 가정하여 보자. 현재 진행중인 공동구매 GB_1 의 종료시간까지 추가로 참여하는 고객의 수를 c 라고 할 때, 공동구매 GB_1 의 참여자는 총 $(gc_1(aft_k)+1+c)$ 명이 되고, GB_1 에서 구입할 수 있는 가격은 $psg_1(gc_1(aft_k)+1+c)$ 가 된다. 새로운 경매나 공동구매가 없다고 하면, 경매 AU_k 에 응찰하지 않은 경우에 구입하기 위해 지불해야 할 가격은 쇼핑물 최저가격 $ps(aft_k)$ 과 공동구매 GB_1 의 구입가격 $psg_1(gc_1(aft_k)+1+c)$ 중에 작은 값이 된다. 즉, $\text{Min} \{ps(aft_k), psg_1(gc_1(aft_k)+1+c)\}$ 이다. 이를 $psg_1(c)$ 라고 하자. 그런데, 새로이 발생하는 경매나 공동구매의 구매가격에 대한 확률분포를 $f_s(p)$ 로 추정할 수 있으므로, 새롭게 발생하는 경매나 공동구매의 구매가격 p 와 쇼핑물과 기존 공동구매에 대한 최저가격 $psg_1(c)$ 을 비교했을 때, p 가 $psg_1(c)$ 보다 작은 경우에는 구매가격이 p 가 되고, 큰 경우에는 구매가격이 $psg_1(c)$ 가 된다. 따라서 새로이 발생하는 경매나 공동구매의 구매가격에 대한 확률분포 $f_s(p)$ 를 이용하여 기대가격을 구하면 다음과 같은 식이 된다.

$$\int_0^{psg_1(c)} p \times f_s(p) dp + \int_{psg_1(c)}^{\infty} psg_1(c) \times f_s(p) dp$$

(A)

그런데, 진행중인 공동구매 GB_1 의 종료시간까지 추가로 참여하는 고객의 수 c 에 대한 확률분포는 $pn_1(c)$ 로 추정할 수 있으므로, 이를 이용하여 기대가격을 구하기 위해서는 위에서 도출된 기대가격(식 A)과 발생확률을 곱한 값을 모두 더하면 된다. 즉, 아래와 같은 식으로 인터넷 경매 AU_k 에 응찰하지 않은 경우에 구입하기 위해 지불해야 할 기대가격을 계산할 수 있다.

$$\sum_{c=0}^{\infty} \left(\int_0^{psg_1(c)} p \times fs(p) dp + \int_{psg_1(c)}^{\infty} fs(p) dp \times psg_1(c) \right) \times pm_1(c)$$

(B)

다음으로 인터넷 경매 AU_k의 종료시간 aft_k에 아직 진행중인 공동구매가 두 개(GB₁, GB₂)가 있다고 가정하여 보자. 현재 진행중인 공동구매 GB₁의 종료시간까지 추가로 참여하는 고객의 수를 c₁, GB₂의 종료시간까지 추가로 참여하는 고객의 수를 c₂라고 할 때, 공동구매 GB₁, GB₂의 참여자는 각각 (gc₁(aft_k)+1+c₁)명과 (gc₂(aft_k)+1+c₂)명이 되고, 여기에서 구입할 수 있는 가격은 각각 pgs₁(gc₁(aft_k)+1+c₁) 와 pgs₂(gc₂(aft_k)+1+c₂)가 된다. 새로운 경매나 공동구매가 없다고 하면, 경매 AU_k에 응찰하지 않은 경우에 구입하기 위해 지불해야 할 가격은 쇼핑몰 최저가격 ps(aft_k), GB₁의 구입가격 pgs₁(gc₁(aft_k)+1+c₁), GB₂의 구입가격 pgs₂(gc₂(aft_k)+1+c₂) 중에 작은 값이 된다. 즉, Min { ps(aft_k), pgs₁(gc₁(aft_k)+1+c₁), pgs₂(gc₂(aft_k)+1+c₂) } 이다. 이를 psg₁₂(c₁, c₂) 라 하자. 그런데, 새롭게 하는 경매나 공동구매의 구매가격에 대한 확률분포를 fs(p)로 추정할 수 있으므로, 새롭게 발생하는 경매나 공동구매의 구매가격에 대한 확률분포 fs(p)를 이용하여 기대가격을 구하면 다음과 같은 식이 된다.

$$\int_0^{psg_{12}(c_1, c_2)} p \times fs(p) dp + \int_{psg_{12}(c_1, c_2)}^{\infty} psg_{12}(c_1, c_2) \times fs(p) dp$$

(C)

한 개의 경우와 마찬가지로 진행중인 공동구매 GB₁의 종료시간까지 추가로 참여하는 고객의 수 c₁에 대한 확률분포는 pm₁(c₁)로, 진행중인 공동구매 GB₂의 종료시간까지 추가로 참여하는 고객의 수 c₂에 대한 확률분포는 pm₂(c₂)로 추정할 수 있으므로, 이를 이용하여 인터넷 경매 AU_k에 응찰하지 않은 경우에 구입하기 위해 지불해야 할 기대가격은 위의 도출된 기대가격(식 C)과 발생확률을 곱한 값을 모두 더한 것이 된다.

$$\sum_{c_1=0}^{\infty} \sum_{c_2=0}^{\infty} \left(\int_0^{psg_{12}(c_1, c_2)} p \times fs(p) dp + \int_{psg_{12}(c_1, c_2)}^{\infty} fs(p) dp \times psg_{12}(c_1, c_2) \right) \times pm_1(c_1) \times pm_2(c_2)$$

(D)

그러므로 이를 확장하여 인터넷 경매 AU_k의 종료시간 aft_k에 아직 진행중인 공동구매가 여러 개(GB₁, GB₂, ..., GB_r)가 있다고 가정하면, 다음과 같은 인터넷 경매 AU_k에 응찰하지 않은 경우에 다른 쇼핑몰, 경매, 공동구매를 이용하여 구입하는 가격의 기대치 EP(~AU_k)의 식을 도출할

수 있다.

$$\begin{aligned}
 EP(\sim AU_k) &= \sum_{c_1=0}^{\infty} \sum_{c_2=0}^{\infty} \cdots \sum_{c_r=0}^{\infty} \left(\int_0^{\text{Min}\{ps(aft_k), \text{Min}_j\{pgs_j(gc_j(aft_k)+1+c_j)\}\}} p \times fs(p) dp \right. \\
 &+ \left. \int_{\text{Min}\{ps(aft_k), \text{Min}_j\{pgs_j(gc_j(aft_k)+1+c_j)\}}^{\infty} fs(p) dp \times \text{Min}\{ps(aft_k), \text{Min}_j\{pgs_j(gc_j(aft_k)+1+c_j)\}\} \right) \\
 &\times pn_1(c_1) \times \cdots \times pn_r(c_r)
 \end{aligned}$$

- r : aft_i 시점에 이미 시작되어 아직 종료되지 않은 공동구매의 개수, j = 1, 2, ..., r
- pgs_j(c) : 공동구매 GB_j 에서 신청자가 c명일 때의 구입 가격
- pgs_j(∞) = pgm_j 가 됨
- gc_j(t) : t 시점에 공동구매 GB_j 의 신청자 수

(2) <표1>에서 ④에 대한 경우

이 경우에는 이후에 더 낮은 경매나 공동구매가 새로이 나타날 가능성이 얼마나 있는지를 고려하면 EP(~AU_i)를 계산할 수 있다. 그러나 AU_k에 응찰하지 않았을 경우에 지불해야하는 기대 가격 EP(~AU_k)를 계산하기 위한 식은 ③의 경우와 동일하다.

4.3 온라인 공동구매 사이트 마감시간에서의 의사결정 규칙

4.3.1 의사결정규칙

공동구매에이전트는 종료시간이 임박한 온라인 공동구매 사이트 GB_i에서 구매할 것인지를 결정하기 위해 GB_i의 현재(종료시점) 가격이 쇼핑물, 온라인 경매, 그리고 공동구매 사이트들을 포함하는 모든 마켓플레이스에서 가장 낮은 가격인지를 판단해야 한다.

공동구매에 있어서 참여여부는 다음과 같이 경우에 따라 다르게 결정된다.

첫째, 종료시점이 임박한 GB_i에서의 최저가격이 쇼핑물 최저가격보다 높거나 같은 경우 즉, pgm_i ≥ ps_{min}(gft_i) 인 경우에는 최저가격 쇼핑물에서 구입하면 되므로 GB_i에 주문(참여)하지 않는다.

둘째, GB_i의 현재(종료시점) 가격이 쇼핑물 최저가격보다 높거나 같은 경우 즉, pg_i(gft_i) ≥ ps_{min}(gft_i) 인 경우에는 공동구매 GB_i의 구입가격이 최저가격 쇼핑물보다 낮아질 가능성이 거의 없으므로 GB_i에 주문하지 않는다.

셋째, GB_i의 현재(종료시점) 가격이 쇼핑물 최저가격보다 낮지만, 경매 AU_k의 현재가격보다는 높거나 같은 경우 즉, pg_i(gft_i) < ps_{min}(gft_i), pg_i(gft_i) ≥ pa_j(gft_i), ∃j 인 경우에는 AU_k의 최종 가

격을 포함하여 GB_i 의 가격보다 더 낮은 구매가격이 나타날 가능성이 있다. 따라서 공동구매 GB_i 에 참여하지 않은 경우에 이후에 다른 쇼핑몰, 경매, 공동구매를 이용하여 구입하는 가격의 기대치인 $EP(\sim GB_i)$ 을 계산하여 $pg_i(gft_i) \geq EP(\sim GB_i)$ 이면 GB_i 에 주문하지 않고 $pg_i(gft_i) < EP(\sim GB_i)$ 이면 GB_i 에 주문한다. 만일 기대치 $EP(\sim GB_i)$ 계산에 필요한 과거 거래기록 데이터가 없는 경우에는 GB_i 에 주문한다.

넷째, GB_i 의 현재(종료 시점) 가격이 쇼핑몰 최저가격보다 낮고 모든 경매 AU_k 의 현재 응찰 가격보다 낮은 경우 즉, $pg_i(gft_i) < ps_{min}(gft_i)$, $pg_i(gft_i) < pa_k(gft_i)$, $\forall k$ 인 경우에는 위의 세 번째 경우와 같은 의사결정을 내린다.

이는 아래의 <표2>와 같이 정리될 수 있다.

<표2> 인터넷 공동구매 GB_i 의 종료시점 gft_i ($i = 1, 2, \dots, q$)에서의 의사결정
(단, $gft_1, \dots, gft_q < uft$, $gft_{q+1}, \dots, gft_n \geq uft$)

	상황(조건)	의사결정 규칙
⑤	$pgm_i \geq ps_{min}(gft_i)$	GB_i 에 주문하지 않는다.
⑥	$pg_i(gft_i) \geq ps_{min}(gft_i)$	GB_i 에 주문하지 않는다.
⑦	$pg_i(gft_i) < ps_{min}(gft_i)$ $pg_i(gft_i) \geq pa_j(gft_i), \exists j$	$pg_i(gft_i) \geq EP(\sim GB_i)$ 이면 GB_i 에 주문하지 않음 $pg_i(gft_i) < EP(\sim GB_i)$ 이면 GB_i 에 주문
⑧	$pg_i(gft_i) < ps_{min}(gft_i)$ $pg_i(gft_i) < pa_k(gft_i), \forall k$	$EP(\sim GB_i)$ 계산에 필요한 과거 거래기록 데이터가 없는 경우에는 GB_i 에 주문

4.3.2 $EP(\sim GB_i)$: 공동구매 GB_i 에 참여하지 않은 경우에 다른 쇼핑몰, 경매, 공동구매를 이용하여 구입하는 가격의 기대치

(1) <표2>에서 ⑦에 대한 경우

이 경우에 $EP(\sim GB_i)$ 를 계산하는데 고려해야 하는 점은 현재 공동구매 GB_i 보다 낮은 가격을 형성하고 있는 인터넷 경매 AU_j ($j=1,2,\dots,r$)의 최종 낙찰가격이 얼마에 결정되어 공동구매의 현재 가격보다 낮게 결정될 가능성이 있는지와 이후에 더 낮은 경매나 공동구매가 새로이 나타날 가능성이 얼마나 있는지이다. 따라서 $EP(\sim GB_i)$ 를 계산하기 위해서 알아야할 확률분포는 아래와 같다.

- $fs(p)$: aft_k 이후에 나타나는 경매나 공동구매의 최종 가격에 대한 연속확률분포함수
과거에 이미 종료된 경매나 공동구매의 최종 가격으로부터 계산된 평균과 표준편차를 갖는 정규분포로 가정한다. <표1>의 ③의 경우와 동일하다.
- $fa_j(p)$: AU_j 의 최종 낙찰 가격에 대한 연속확률분포함수

공동구매 GB_i의 종료시간 gft_i에 아직 진행중이면서 GB_i보다 낮은 가격을 형성하고 있는 인터넷 경매가 오직 하나(AU₁)만 있다고 가정하여 보자. 낮은 가격인 인터넷 경매 AU₁의 최종 낙찰가격을 x라고 할 때, 새로운 경매나 공동구매가 없다고 하면, 공동구매 GB_i에 참여하지 않은 경우에 구입하기 위해 지불해야 할 가격은 쇼핑몰 최저가격 ps(gft_i)과 경매 AU₁의 낙찰가격 x 중에 작은 값이 된다. 즉, Min { ps(aft_k), x } 이다. 이를 psa₁(x) 라고 하자. 그런데, 새롭게 발생하는 경매나 공동구매의 구매가격에 대한 확률분포를 fs(p)로 추정할 수 있으므로, 새롭게 발생하는 경매나 공동구매의 구매가격 p와 쇼핑몰과 기존 경매에 대한 최저가격 psa₁(x)을 비교했을 때, p가 psa₁(x)보다 작은 경우에는 구매가격이 p가 되고, 큰 경우에는 구매가격이 psg₁(c)가 된다. 따라서 새롭게 발생하는 경매나 공동구매의 구매가격에 대한 확률분포 fs(p)를 이용하여 기대가격을 구하면 다음과 같은 식이 된다.

$$\int_0^{psa_1(x)} p \times fs(p)dp + \int_{psa_1(x)}^{\infty} psa_1(x) \times fs(p)dp$$

(A)

그런데, 진행중인 경매 AU₁의 최종 낙찰가격에 대한 확률분포는 fa₁(x)로 추정할 수 있으므로, 이를 이용하여 기대가격을 구하기 위해서는 위에서 도출된 기대가격(식 A)과 발생확률을 곱한 값을 모두 적분하면 된다. 즉, 아래와 같은 식으로 공동구매 GB_i에 응찰하지 않은 경우에 구입하기 위해 지불해야할 기대가격을 계산할 수 있다.

$$\int_0^{\infty} \left(\int_0^{psg_1(c)} p \times fs(p)dp + \int_{psg_1(c)}^{\infty} fs(p)dp \times psg_1(c) \right) \times fa_1(x)dx$$

(B)

다음으로 공동구매 GB_i의 종료시간 gft_i에 아직 진행중이면서 GB_i보다 낮은 가격을 형성하고 있는 인터넷 경매가 두 개(AU₁, AU₂)가 있다고 가정하여 보자. 낮은 가격인 인터넷 경매 AU₁의 최종 낙찰가격을 x₁, AU₂의 최종 낙찰가격을 x₂라고 할 때, 새로운 경매나 공동구매가 없다고 하면, 공동구매 GB_i에 응찰하지 않은 경우에 구입하기 위해 지불해야 할 가격은 쇼핑몰 최저가격 ps(gft_i), AU₁의 낙찰가격 x₁, AU₂의 낙찰가격 x₂ 중에 작은 값이 된다. 이를 psa₁₂(x₁, x₂) 라고 하자. 그런데, 새로이 발생하는 경매나 공동구매의 구매가격에 대한 확률분포를 fs(p)로 추정할 수 있으므로, 새롭게 발생하는 경매나 공동구매의 구매가격에 대한 확률분포 fs(p)를 이용하여 기대가격을 구하면 다음과 같은 식이 된다.

$$\int_0^{psa_{12}(x_1, x_2)} p \times fs(p)dp + \int_{psa_{12}(x_1, x_2)}^{\infty} psa_{12}(x_1, x_2) \times fs(p)dp$$

(C)

그런데, 진행중인 경매 AU₁의 최종 낙찰가격에 대한 확률분포는 fa₁(x)로 추정할 수 있으므로, 이를 이용하여 기대가격을 구하기 위해서는 위에서 도출된 기대가격(식 A)과 발생확률을 곱한 값을 모두 적분하면 된다. 즉, 아래와 같은 식으로 공동구매 GB_i에 응찰하지 않은 경우에 구입하기 위해 지불해야할 기대가격을 계산할 수 있다. 하나인 경우와 마찬가지로 낮은 가격인 경매 AU₁의 최종 낙찰가격 x₁에 대한 확률분포는 fa₁(x₁)로, 낮은 가격인 경매 AU₂의 최종 낙찰가격 x₂에 대한 확률분포는 fa₂(x₂)로 추정할 수 있으므로, 이를 이용하여 공동구매 GB_i에 응찰하지 않은 경우에 구입하기 위해 지불해야할 기대가격은 아래와 같이 도출된 기대가격(식 C)과 발생확률을 곱한 값을 모두 적분하면 된다.

$$\int_0^\infty \int_0^\infty \left(\int_0^{psg_{12}(x_1, x_2)} p \times fs(p) dp + \int_{psg_{12}(x_1, x_2)}^\infty fs(p) dp \times psg_{12}(x_1, x_2) \right) \times fa_1(x_1) \times fa_2(x_2) dx_1 dx_2 \quad (D)$$

그러므로 이를 더욱 확장하여 공동구매 GB_i의 종료시간 gft_i에 아직 진행중이면서 GB_i보다 낮은 가격을 형성하고 있는 인터넷 경매가 여러 개(AU₁, AU₂, ..., AU_r)가 있다고 가정하면, 공동구매 GB_i에 참여하지 않은 경우에 다른 쇼핑몰, 경매, 공동구매를 이용하여 구입하는 가격의 기대치 EP(~GB_i)는 다음과 같이 도출할 수 있다.

$$EP(\sim GB_i) = \int_0^\infty \int_0^\infty \dots \int_0^\infty \left(\int_0^{\text{Min}\{ps(gft_i), \text{Min}_j\{x_j\}\}} p \times fs(p) dp + \int_{\text{Min}\{ps(gft_i), \text{Min}_j\{x_j\}\}}^\infty fs(p) dp \times \text{Min}\{ps(gft_i), \text{Min}_j\{x_j\}\} \right) \times fa_1(x_1) \times \dots \times fa_r(x_r) dx_1 \dots dx_r$$

p : gft_i 시점에 GB_i보다 낮은 가격을 형성하고 있는 인터넷 경매의 개수, j = 1, 2, ..., r

(2) <표2>에서 ⑧에 대한 경우

이 경우에도 이후에 더 낮은 경매나 공동구매가 새로이 나타날 가능성이 얼마나 있는지를 고려하면 EP(~GB_i)를 계산할 수 있다. 따라서 EP(~GB_i)를 계산하기 위해서 알아야할 확률분포는 아래와 같다.

- fs(p) : aft_k 이후에 나타나는 경매나 공동구매의 최종 가격에 대한 연속확률분포함수
과거에 이미 종료된 경매나 공동구매의 최종 가격으로부터 계산된 평균과 표준편차를 갖는 정규분포로 가정한다. <표1>의 ③의 경우와 동일하다.

인터넷 공동구매 GB_i에서 구입하지 않은 경우에 다른 쇼핑몰, 경매, 공동구매를 이용하여 구입하는 가격의 기대치 EP(~GB_i)는 다음과 같다. 새롭게 발생하는 경매나 공동구매의 구매가격 p와

쇼핑몰의 최저가격 $ps_{\min}(gft_i)$ 을 비교했을 때, p 가 $ps_{\min}(gft_i)$ 보다 작은 경우에는 구매가격이 p 가 되고, 큰 경우에는 구매가격이 $ps_{\min}(gft_i)$ 가 된다. 따라서 새롭게 발생하는 경매나 공동구매의 구매가격에 대한 확률분포 $fs(p)$ 를 이용하여 기대가격을 구하면 다음과 같은 식이 된다.

$$EP(\sim GB_i) = \int_0^{ps_{\min}(gft_i)} p \times fs(p) dp + \int_{ps_{\min}(gft_i)}^{\infty} fn(p) dp \times ps_{\min}(gft_i)$$

4.4 사용자 지정 구매 종료시점에서의 의사결정 규칙

4.4.1 의사결정규칙

쇼핑몰에이전트는 사용자 지정 구매 종료시점이 임박하면 최저가격으로 제품을 구매할 수 있는 쇼핑몰에서 구매를 할 것인지 또는 현재 진행 중인 온라인 공동구매 사이트 GB_j 에서 구매할 것인지를 결정하기 위해 쇼핑몰 최저가격이 GB_j 의 최종 구매가격보다 낮은 가격인지를 판단해야 한다.

쇼핑몰에서 구매할 것인지 또는 공동구매에 참여할 것인지 여부는 다음과 같이 경우에 따라 다르게 결정된다.

첫째, 사용자 지정 구매 종료시점에서 쇼핑몰 최저가격이 공동구매 GB_j 의 현재 가격보다 높은 경우 즉, $ps_{\min}(uft) > pg_j(uft)$, $\exists j$ 인 경우에는 공동구매 GB_j 의 구입가격은 더 낮아질 가능성밖에 없으므로 공동구매 GB_j 에 주문한다.

둘째, 쇼핑몰 최저가격이 공동구매 GB_j 의 현재 가격보다는 낮지만, 공동구매 GB_j 의 최저가격보다 높은 경우 즉, $ps_{\min}(uft) \leq pg_j(uft)$, $ps_{\min}(uft) > pgm_j$, $\exists j$ 인 경우에는 공동구매 GB_j 의 최종 구입가격이 쇼핑몰 최저가격보다 낮아질 가능성이 있다. 따라서 공동구매 G_j 에 참여하였을 때 구입하는 가격의 기대치 $EP(GB_j)$ 를 계산하여 $ps_{\min}(uft) \leq EP(GB_j)$ 이면 최저가격 쇼핑몰에 주문하고, $ps_{\min}(uft) > EP(GB_j)$ 이면 공동구매 GB_j 에 주문한다. 만일 기대치 $EP(GB_j)$ 계산에 필요한 과거 거래기록 데이터가 없는 경우에는 최저가격 쇼핑몰에 주문한다.

셋째, 쇼핑몰 최저가격이 모든 공동구매 GB_k 의 최저가격보다 낮은 경우 즉, $ps_{\min}(uft) \leq pgm_k$, $\forall k=q+1, \dots, n$ 인 경우에는 공동구매의 구입가격이 쇼핑몰 최저가격보다 더 낮아질 가능성은 없으므로 최저가격 쇼핑몰에 주문한다.

이는 아래의 <표3>과 같이 정리될 수 있다.

<표3> 사용자 지정 구매 종료시점 uft 에서의 의사결정
 (단, $gft_1, \dots, gft_q < uft$ 이고, $gft_{q+1}, \dots, gft_n \geq uft$ 이다.)

	상황(조건)	의사결정 규칙
⑨	$ps_{\min}(uft) > pg_j(uft), \exists j$	GB_j 에 주문
⑩	$ps_{\min}(uft) \leq pg_j(uft)$ $ps_{\min}(uft) > pgm_j, \exists j$	$ps_{\min}(uft) \leq EP(GB_j) \forall j$ 이면 최저가격 쇼핑몰에 주문 $ps_{\min}(uft) > EP(GB_j) \exists j$ 이면 공동구매 GB_j 에 주문 $EP(GB_j)$ 계산에 필요한 과거 거래기록 데이터가 없는 경우에는 최저가격 쇼핑몰에 주문
⑪	$ps_{\min}(uft) \leq pgm_k,$ $\forall k=q+1, \dots, n$	최저가격 쇼핑몰에 주문한다.

4.4.2 공동구매 GB_j 에 참여하였을 때 구입하는 가격의 기대치 $EP(GB_j)$

(1) <표3>에서 ⑩에 대한 경우

이 경우에 $EP(GB_j)$ 를 계산하기 위해서 공동구매 GB_j 가 얼마까지 낮아질 가능성이 있는지만을 고려하면 된다. 따라서 $EP(GB_j)$ 를 계산하기 위해서 알아야할 확률분포는 아래와 같다.

- $pn_j(c)$: 공동구매 GB_j 의 종료시간까지 추가적으로 주문하는 구매자의 수에 대한 이산확률분포 함수

공동구매 GB_j 의 시작시간부터 현재시간까지 참여한 구매자의 수를 이용하여 계산된 도착율을 갖는 포아송분포로 가정한다. <표1>의 ③의 경우와 동일하다.

인터넷 공동구매 GB_j 에서 구입하는 가격의 기대치 $EP(GB_j)$ 는 다음과 같다. 사용자 지정 구매 종료시점 uft 까지 아직 진행중인 공동구매 GB_j 의 종료시간까지 추가로 참여하는 고객의 수를 c 라고 하자. 공동구매 GB_j 의 참여자는 총 $(gc_j(uft)+1+c)$ 명이 되고, 공동구매 GB_j 에서 구입할 수 있는 가격은 $pgs_j(gc_j(uft)+1+c)$ 가 된다. 따라서 GB_j 에 참여한 경우에 구입하기 위해 지불해야 할 기대 가격은 쇼핑몰 최저가격 $ps_{\min}(uft)$ 과 공동구매 GB_j 의 구입가격 $pgs_j(gc_j(uft)+1+c)$ 중에 작은 값이 된다. 즉, $\text{Min} \{ ps_{\min}(uft), pgs_j(gc_j(uft)+1+c) \}$ 이다. 그런데, 진행중인 공동구매 GB_j 의 종료시간까지 추가로 참여하는 고객의 수 c 에 대한 확률분포는 $pn_j(c)$ 로 추정할 수 있으므로, 이를 이용하여 기대가격을 구하기 위해서는 위에서 도출된 가격과 발생확률을 곱한 값을 모두 더하면 된다.

$$EP(GB_j) = \sum_{c=0}^{\infty} pm_j(c) \times \text{Min} \{ ps_{\min}(uft), pgs_j(gc_j(uft) + 1 + c) \}$$

$pgs_j(c)$: 공동구매 GB_j 에서 신청자가 c 명일 때의 구입 가격

$pgs_j(\infty) = pgm_j$ 가 됨

$gc_j(t)$: t 시점에 공동구매 GB_j 의 신청자 수

V. 결론

본 연구의 의의는 다음과 같다. 첫째, 특정 제품을 보다 저렴하게 구매하기 위한 에이전트의 의사결정 규칙을 제시하였다. 온라인 쇼핑몰의 가격비교 모형의 한계를 극복하기 위하여 지능형 에이전트(IBA)는 각각의 시장(온라인 쇼핑몰, 온라인 경매, 공동구매)에서 적절한 구매의사결정을 할 수 있으며, 에이전트들 간에 협력적 협상을 통하여 전체 시장을 동시에 고려한 최적의 구매의사결정에 도달하게 된다. 둘째, 기존의 연구에서 해결하지 못한 현실적인 상황을 충분히 반영한 구매 의사결정규칙을 제시하였을 뿐만 아니라 구매 의사결정에 사용될 기대값 계산식을 정교하게 유도 과정을 통하여 도출하였다. 셋째, 구매 의사결정 규칙의 각 구성요소를 상세하게 제시함으로써 가격비교 모형의 한계를 극복한 비교 구매를 위한 의사결정 모형을 완성하였다. 넷째, 본 연구에서 제시한 지능형 에이전트는 다른 유형의 시장에도 확장이 가능하며, 이들이 제시하는 구매의사결정은 특정 제품을 가장 저렴하게 고객이 구매할 수 있도록 함으로써 결국 고객의 효용을 최대로 할 수 있다.

본 연구의 한계점으로는 본 논문에서 제시한 의사결정규칙이 실제로 활용되기 위해서는 지능형 에이전트 IBA가 구현(Implementation)되어야 하며, 여기에는 많은 시간이 소요된다. 시간을 단축하기 위하여 시스템의 일부를 상용화된 패키지를 활용할 수도 있으나, 기존의 시스템과 통합하는 문제가 해결되어야 한다. 이와 같이 구현된 시스템과 각각의 시장에서 수집된 실제 데이터를 이용하여 본 연구에서 제시한 의사결정규칙의 성과를 평가하는 것이 향후에 남겨진 과제이다.

참고문헌

- Anthony, P., Hall, W., Dang, V. D., and Jennings, N., "Autonomous agents for participating in multiple on-line auctions," In *Proceedings of IJCAI Workshop on E-Business and the Intelligent Web*, Seattle, WA., 2001.
- Chavez, A., and Maes, P., "Kasbah: An agent marketplace for buying and selling goods," In *Proceedings of 1st International Conference and Exhibition on the Practical Application of Intelligent Agents and Multi-Agents (PAAM96)*, 1996, pp. 75-90.

- Chu, S. C., and Hong, J. S., "Designing Intelligent System for Purchase Decision Making in Retail Electronic Commerce," *Journal of Korean Intelligent Information Systems*, Vol. 10, No. 2, 2004, pp. 147-163.
- Dasgupta, P., Narasimahn, N., Moser, L. E., and Melliar-Smith, P. M., "MAGNET: Mobile Agents for Networked Electronic Trading," *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*(11:4), July/August, 1999, pp. 509-525.
- Guttman, R. H., Moukas, A. G., and Maes, P. "Agent-mediated electronic commerce: A survey," *The Knowledge Engineering Review*, Vol. 13, No. 2, 1998, pp. 147-159.
- Guttman, R. H., and Maes, P. "Agent-mediated integrative negotiation for retail electronic commerce," In *Proceedings of the 2nd International Workshop on Cooperative Information Agents (CIA'98)*, 1998a.
- Ito, T., Fukuta, N., Shintani, T., and Sycara, K., "BiddingBot: A multi-agent support system for cooperative bidding in multiple auctions," In *Proceedings of the 4th International Conference on Multi-Agent Systems (ICMAS-2000)*, 2000a, pp. 399-400.
- Ito, T., Fukuta, N., Yamada, R., Shintani, T., and Sycara, K., "Cooperative Bidding Mechanism among Agents in Multiple Online Auctions," in *Proceedings of the 6th Pacific Rim International Conference on Artificial Intelligence (PRICAI-2000)*, 2000b, p. 810.
- Ito, T., Ochi, H., and Shintani, T., "A Group Buy Protocol based on Coalition Formation for Agent-mediated E-Commerce," In the *Proceedings of the second International Conference on Software Engineering, Artificial Intelligence, Networking & Parallel/Distributed Computing (SNPD'01)*, 2001a, pp. 921-927.
- Kang, J. Y., Song, J. I., Lee J. G., and Lee, E. S., "ICOMA: Agent-based Intelligent Electronic Commerce System on the Internet," *Proceedings of International Conference on Electronic Commerce '98*, Seoul, Korea, April 6-9, 1998, pp. 23-29.
- Ketchpel, S., "Coalition Formation Among Autonomous Agents," C. Castelfranchi and J. Muller, (eds.), *From Reactions to Cognition: Proceedings of MAAMAW'93*, Lecture Notes in Artificial Intelligence, Springer Verlag Publishers, 1995, p. 957.
- Lander, S., and Lesser, V., "Understanding the Role of Negotiation in Distributed Search Among Heterogeneous Agents," In *the Proceedings of the Thirteenth International Joint Conference on Artificial Intelligence*, Chambery, France, August 1993.
- Lee, J. K., and Kim, J., "Agent consistency maintenance protocol," *Working Paper, Korea Advanced Institute of Science and Technology*, 1996.
- Lee, J. K., and Lee, W., "An Intelligent Agent-Based Competitive Contract Process: UNIK-AGENT," *International Journal of Intelligent Systems in Accounting, Finance & Management*, 1998, pp. 91-105.

- Lee, S. K., Lee, J. K. and Lee, K. J., "Customized Purchase Supporting Expert System: UNIK-SES," *Expert Systems with Applications*, Vol. 11, No. 4, 1996, pp. 431-441.
- McNulty S. K., Wilson A. G., and Wilson G., *The Impact of Technology on the Scientific Method*, Statistical Science Group, Los Alamos National Laboratory.
- Milani, A., and Marcugini, S., "COOPBOT: Distributed Cooperating Agents for Electronic Market," *Proceedings of International Conference on Electronic Commerce '98*, April 6-9, Seoul, Korea, 1998, pp. 30-42.
- Murch, R., and Johnson, T., *Intelligent Software Agents*, Prentice Hall, Inc., A Simon & Schuster Company, Upper Saddle River, NJ., 1999.
- Nunamaker, J. F., Jr., Dennis, A. R., Valacich, J. S., and Vogel, D. R., "Information Technology for Negotiating Groups: Generating Options for Mutual Gain," *Management Science*, October 1991.
- Preist, C., Bartolini, C., and Phillips, I., "Algorithm Design for Agents which participate in Multiple Simultaneous Auctions," in F. Dignum, and U. Cortes (eds.), *Agent-Mediated Electronic Commerce 2000 Workshop*, Springer, 2001, pp. 139-154.
- Rodriguez, J. A., Noriega, P., Sierra, C., and Padget J., "FM96.5:A Java-based Electronic Auction House," In *Proceedings of 2nd International Conference on the Practical Application of Intelligent Agents and Multi-Agent Technology (PAAM97)*, 1997.
- Shehory, O., and Kraus. S., "Coalition Formation among Autonomous Agents: Strategies and Complexity," C. Castelfranchi and J. Muller (eds.), *From Reactions to 10 Cognition: Proceedings of MAAMAW'93*, Springer Verlag Publishers, Lecture Notes in Artificial Intelligence, 1995, p. 957.
- Teodorescu H. N., and Zbancioc M., "Two Fuzzy Economic Models with Nonlinear Dynamics," *Proceedings of the Romanian Academy*, Series A, Vol. 6, No. 1, 2005.
- Turban, E., and King, D., *Introduction to E-Commerce*, Prentice-Hall, 2003.
- Wilder, C., *Intelligent Agents Add Spark To Electronic Commerce*, Accenture Technology Lab, 1995.
- Wurman, P. R., Wellman, M. P., and Walsh, W. E., "The Michigan Internet AuctionBot: A Configurable Auction Server for Human and Software Agents," In *Proceedings of the Second International Conference on Autonomous Agents*, Minneapolis, MN, USA, May 1998.
- Yamamoto, J., and Sycara, K., "A Stable and Efficient Buyer Coalition Formation Scheme for E-Marketplaces," In *Proceedings of the 5th International Conference on Autonomous Agents (Agents'2001)*, 2001, pp. 576-583.
- Yokoo, M., Durfee, E., Ishida, T., and Kuwabara, K., "Distributed Constraint Satisfaction for Formalizing Distributed Problem Solving," In *the Proceedings of the 12th IEEE International Conference on Distributed Computing Systems*, 1992.

<Abstract>

Decision Rules of Intelligent Agents for Purchase Pricing Decision

Seok-Chin Chu

In order to purchase a product cheaper, a lot of customers have been trying to search one or more marketplaces. Ever since the commercial use of the Internet, several types of marketplaces have been operating successfully on the Internet. Some of them are online shopping malls, auction markets, and group-buying markets. They have the price settlement mechanisms of their own. Online shopping malls where many stores are located support a customer to purchase the product that matches his/her requests such as price, function, design, and so forth. In online auction market, a customer can buy the product by making bids sequentially and competitively until a final price is reached. In online group-buying market, a customer can purchase the product by aggregating the orders from several buyers so that cheaper prices can be negotiated. The cheaper customers could purchase the same product item, the more satisfied they would be. However, it is very difficult for the customer to determine the marketplace to purchase, considering different kinds of marketplaces at the same time. Even though the purchasing price is cheapest in one marketplace, it is very difficult for customers to convince it the cheapest for all marketplaces. Therefore, rules and methods have been developed for purchase decision making in multiple marketplaces to reach the optimal purchase decision as a whole. They can maximize customer's utility and resolve the conflicts with other marketplaces through multi-agent negotiation.

Keywords: Intelligent Agent, Electronic Commerce, Multi-Agent Negotiation, Purchase Decision Making

* 이 논문은 2005년 7월 4일 접수하여 1차 수정을 거쳐 2005년 8월 10일 게재 확정되었습니다.