

On-Line 검색광고 경매의 이론소개*

최 연구** · 김 진 우*** · 안 소 윤****

요약

본 논문에서는 인터넷 검색광고 경매를 이해하기 위한 이론적 논의의 기초를 제공하고자 한다. 이를 위해 우선 인터넷 검색광고 시장과 경매이론 일반에 대해 개관한다. 이어서 검색광고 경매에 가장 광범위하게 이용되고 있는 Generalized Second-Price(GSP) 경매양식을 중점적으로 살펴 본다. 이를 위해 GSP 경매모형을 소개하고 분석하며, 품질지수를 반영하여 확장된 모형을 살펴 보게 될 것이다. 또한 예산제약, 부정클릭 등의 문제가 GSP 경매에 미치는 영향을 이해하며, 향후의 연구방향을 간략하게 살펴 본다.

주제분류 : B030200, B030904

핵심 주제어 : 검색광고 경매, 클릭당 가격, GSP경매제도

I. 서 론

지난 십년간 온라인 광고시장은 전세계적으로 급속히 성장하였다. Google의 검색광고(Sponsored Link)경매를 통한 매출액은 연간 100억 달러에 이르고 있고, Google, Yahoo!, 그리고 Microsoft를 포함한 전체

* 본 논문은 저자들이 NHN 온라인 경제연구실과 공동으로 수행한 연구 프로젝트, "검색광고 상품 개선을 위한 경매이론 협력연구"를 통하여 저술되었다. 공동연구를 수행하며 본 논문의 저술에 크게 도움을 준 NHN 온라인 경제연구실의 백영란, 한재현, 이충희, 남충현 에게 감사를 드린다. 이와 더불어, 본 연구는 한국연구재단을 통해 교육과학기술부의 세계수준의 연구중심대학육성사업(WCU)의 지원을 받아 수행되었다 (R32-2008-000-10056-0).

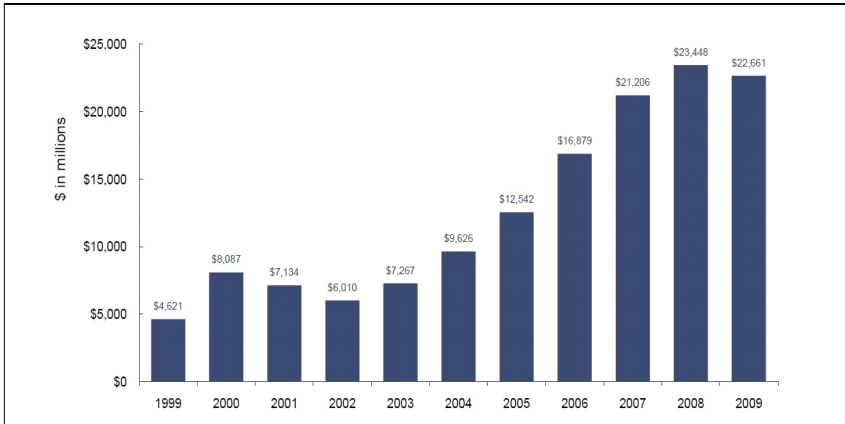
** 제1저자, Kelvin J. Lancaster Professor of Economic Theory, Economics Department, Columbia University, e-mail: yc2271@columbia.edu

*** 교신저자, 연세대학교 경제학부 부교수, e-mail: jikim@yonsei.ac.kr

**** 연세대학교 대학원 경제학과 석사과정, e-mail: soyoony73@gmail.com

시장규모는 2007년에 200억 달러를 넘어서 현재는 220억 달러에 달한다. 아래 표에서 보이는 바와 같이, 연간 온라인 광고 매출액은 1999-2009년 사이에 4배 이상 증가 하였다.

Annual \$ Revenue - 1999 through 2009



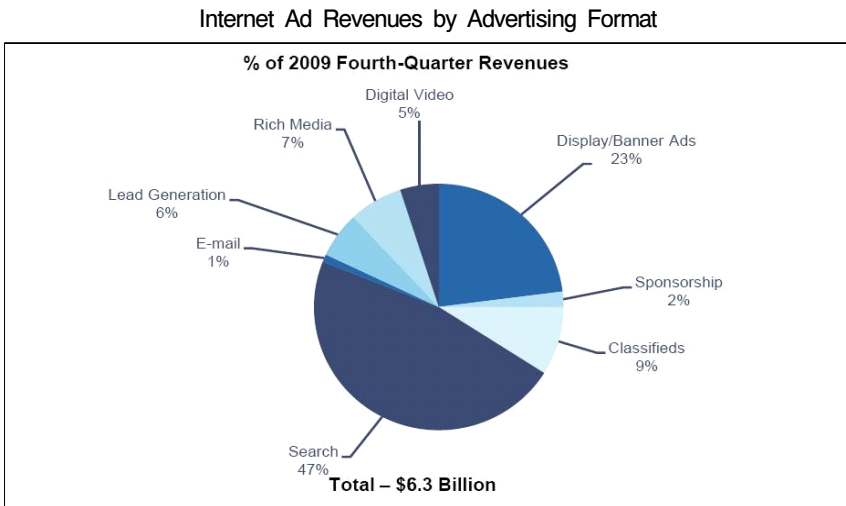
자료: PWP IAB Internet Advertising Revenue Report, 2009.

2008년 시작된 경제 위기는 디지털 영역 광고의 영향력을 더욱 강화시키는 계기가 되었다. 지속적인 경기 침체로 광고주들이 예산을 줄이는 과정에서 수익성 측정이 어려운 신문 등의 지면 광고에 비해 비교적 저렴한 가격과 높은 targetability로 더 안정적인 수익을 보장해주는 온라인 광고, 그 중에서도 특히 검색 분야로 광고 지출을 이동하였기 때문이다.¹⁾ 검색광고는 디스플레이 네트워크, 오픈 마켓 등 다양한 형태로 진화하며 시장에 광범위하게 적용되고 있고 display광고 역시 IP 주소 targeting 등 기술 혁신을 통해 판매 방식을 다양화하고 있는 바 온라인 광고 시장은 앞으로도 한동안은 계속 성장할 것이라고 예상된다.

온라인 광고 영역은 대략 두가지로 구분할 수 있는데, 첫번째가 바로 검색광고이고, 두번째가 display광고이다.²⁾ 검색광고는 말 그대로 사용자가

1) 2008년 5월 19일자 뉴욕타임즈 기사, "Online Search Ads Faring Better than Expensive Display Ads," 2011년 1월 2일자 뉴욕타임즈 기사, "After Two Slow Years, an Industry Rebound Begins," 참조.
2) 보다 정확하게 말하면, display 광고는 Display Ads, Rich Media, Digital Video, Sponsorship을 포함한다.

어떤 키워드를 검색할 경우 그 키워드와 관련한 광고를 사용자에게 노출시키는 것을 칭한다. 반면, display광고는 사용자의 검색 혹은 광고 소비의도와 관계없이 인터넷 페이지에 광고를 게재하는 것을 뜻한다. 기존 광고에 비유하자면, 검색광고는 전화번호부의 Yellow Page의 역할을 하는 것이라 볼 수 있고, display광고는 그 밖의 인쇄, 방송 매체를 통한 광고의 역할을 하는 것이라 볼 수 있다. 이 두 광고 방식의 근본적인 차이는 소비자에 대한 targetability에 있다. 검색광고의 경우 사용자가 키워드 검색시 이미 관련 광고에 대한 반응의사를 보인 것이라 할 수 있으므로 targetability가 상당히 높은 반면, display광고의 경우 그렇지 못하므로 targetability의 정도가 떨어진다고 볼 수 있다. 실제로 이 차이는 광고주가 누리는 수익성에서도 드러나는 데, 검색광고의 수익성이 display광고에 비해 impression당 4-100배 높은 것으로 알려져 있다. 이러한 사실은 아래의 인터넷 광고 매출액 도표를 통해서 간접적으로 보여지고 있는데, 2009년 4/4분기 인터넷 광고 매출액의 47%를 검색광고가 차지하고, 37%를 display광고가 차지하고 있다.³⁾



자료: PWP IAB Internet Advertising Revenue Report, 2009.

아래에 자세히 설명하겠지만 검색광고의 경우 광고위치와 클릭당 가격을

3) 그 나머지의 9%는 Classified 가 그리고 6%는 Lead Generation이 차지하고 있다.

경매를 통해 결정하는 제도가 Overture에 의해 처음 도입된 이후, Google, Yahoo!, Microsoft 3사에 의해 채택되고, 몇 차례 걸친 수정 및 발전을 통하여 현재의 형태로 거의 확고부동한 광고 판매 제도로 자리 잡고 있다. 이는 한편으로는 아래에서 설명하는 바와 같이 그 제도가 지닌 여러가지 장점을 통하여 이해할 수 있다. 그러나 다른 한편으로는, 광고주와 소비자의 양면을 중개하는 소위 양면시장(two-sided market)에 따른 네트워크 외부성(network externalities)과 선발주자의 표준 선정(standard setting)의 현상으로도 이해할 수 있다. 예를 들면 Microsoft 같은 검색광고의 후발 주자의 경우, 시장에서 지배적으로 사용되는 제도를 택하지 않을 경우 광고주들이 기피할 것이라는 우려 때문에, 이미 표준화된 광고판매 제도를 채택하지 않을 수 없었다는 점이다. 이와 같은 이유로 인해, 검색광고는 제도 및 시장 설계의 입장에서 볼 때에 매우 성숙된 영역이고, 설계기술 혁신의 여지도 비교적 제한되어 있다는 인식이 전문가들 사이에 팽배해 있다. 실제로 Google, Yahoo!, Microsoft 3사의 경우 연구역량이 display광고 판매제도 설계 혁신에 집중되고 있다. 이와 같은 현상은, 한편으로는 display광고의 targetability를 늘리는 기술이 최근 급격한 속도로 진행되고 있다는 점과, 그 기술혁신을 최대한 활용하는 광고 판매제도가 (검색광고에서와는 달리) 아직까지 정립 내지는 표준화 되어있지 않다는 점으로 분석된다.

이와 같은 배경하에서 본 글에서는 경매제도가 어떻게 온라인 광고 판매에 적용될 수 있고, 그 설계를 어떻게 최적화 할 수 있는지에 관해서 기존 연구결과를 소개하고 필자들 나름대로의 의견을 표하고자 한다.

경매에 대한 이해를 높이는 것은 몇가지 관점에서 중요하다고 생각한다. 첫째, 앞서 언급한바와 같이 경매제도는 검색광고 판매의 근간이 되어 왔고, 앞으로도 필수적인 요소로 남을 것에 의문의 여지가 없다. 따라서 경매제도에 대한 이해를 통해 검색광고 판매제도를 지속적으로 발전하고 세련화할 수 있는 방법을 모색할 수 있을 것이다. 이에 따른 구체적인 방안을 몇가지 논의할 것이다. 둘째, 한국의 상황을 살펴볼때, 미국과 마찬가지로 클릭당 가격(Cost Per Click, 앞으로 CPC로 언급) 경매제도로의 표준화가 진행되고 있지만 그 표준화의 정도가 미국과 달리 돌이킬 수 없는 지점에 도달한 정도로 진행되지 않았다고 본다. 경매와 상이한 방식의 판매제

도가 공존하고 있고, CPC 경매에 대한 광고주들의 태도 그리고 규제 당국의 태도도 아직 완전히 고착되어 있지 않았다. 이는 한국의 경우 아직도 CPC 외의 다른 판매제도에 대한 실험의 여지가 당분간은 남아 있음을 시사한다. 아래에서 구체적으로 논의 하겠지만, CPC 제도가 안고 있는 몇 가지 문제가 있기 때문에 이를 해소하는 대체 판매제도를 고려하는 것이 의미 있을 수 있다. 새로운 판매제도가 국내에 성공적으로 정착될 경우 미국 3사의 국내시장의 진입강화에 대한 방어장치로서도 작용할 수 있다는 점도 장기적인 고려사항이 될 수 있겠다. 이와 같이 새로운 대체 판매제도를 고려할 경우 그 설계에 있어서 경매제도를 잘 이해하는 것이 중요하다고 본다. 셋째, 앞서 언급한 바와 같이 display광고 판매 제도가 현재 진화과정중에 있다고 보는데, 이 과정에서도 경매제도의 응용이 중요한 부분이 될 것이라고 믿는다.

본 글은 다음과 같이 구성된다. 먼저, 경매제도 일반에 대한 이해를 돕기 위해 경매의 기본적인 이론을 소개 하겠다. 이를 통하여 경매제도가 가지는 일반적인 장점과 교훈을 논의 할 것이다. 그 다음으로, 검색광고의 근간이 되어온 CPC 경매제도를 자세히 논의 할 것이다. 그 제도가 현재의 형태로 진화되어온 과정과 그 이유를 설명하고 현재의 경매 형태하에서 입찰자의 행위, 그에 따른 광고주 선택, 검색회사의 수익성에 대한 이론을 설명할 것이다. 그리고 그 경매제도의 운영에 관련한 선택변수(최저 입찰가, 품질지수 선택) 결정에 따른 이론적 전망과 분석틀을 논의 하겠다. 그리고 다음으로는 CPC가 안고 있는 몇 가지 문제점을 지적한다.

II. 경매의 기본 이론

경매의 역사는 거의 인류 문명의 역사만큼이나 장구하다. 서기 193년 로마황제 페르디낙스가 근위병에 의해 피살된 후 귀족들이 황제자리를 놓고 근위병들에게 경매입찰한 사실은 역사에 기록되어있다. 근대에 이르러 경매제도는 주로 미술작품, 군납계약, 원유 굴착권, 국가채권, 압류주택 판매과정에서 비교적 제한적으로 사용되었으나 최근에는 주파수 사용권, 전력공급권 배분에 경매제도가 본격적으로 사용되면서 국가의 자원배분 수단

으로써의 경매의 중요성이 부각되기 시작하였다. 주파수 사용권의 경우 오랜기간 동안 서류심사와 추첨을 통해 배분되었는데 과정상 여러가지 불합리성과 배분의 비효율성이 노출되면서 1994년에 처음으로 경매제도를 도입하였고 그 후 전세계적으로 광범위 하게 사용되어 왔다. 최근의 금융위기에 따른 구제금융배분과 서브프라임 독성자산의 정부구입에도 경매의 사용이 심각하게 고려되고 있다. 한편 인터넷의 보급으로 거의 모든 재화와 서비스가 경매를 통해 교환되고 있다.

그러면 경매의 어떤 특성이 이를 광범위하게 사용되게 만들었을까? 우리는 일단 가장 단순한 판매상황을 통하여 경매가 가지는 근본적인 장점과 특징을 살펴보기로 하겠다. 판매자가 한 단위의 재화, 예를 들어 미술품, 를 판매하고자 한다고 한다. 한가지 방법은 구매자들을 찾아가면서 일대일로 가격을 흥정하는 것이겠다. 이 방법은 시간과 노력이 많이 들 뿐 아니라 판매자가 좋은 가격을 얻기도 어렵다. 일단 특정한 구매자와 흥정을 할 때에 다른 구매자들이 얼마나 지불할 의사가 있는지를 모르기 때문에 너무 높게, 혹은 너무 낮게 가격을 요구하게 될 위험이 있고, 또 가격 조건을 제시받은 구매자도 다른 구매자의 지불의사를 모르는 상태에서 그 물건의 값이 얼마나 공정하게 책정되었는지에 대해 의문을 가질 가능성이 높아서, 가격이 아주 낮지 않으면 구매를 하지 않으려고 할 것이다. 일대일 흥정보다 차라리 가격을 고시하여 널리 홍보하는 것이 시간과 노력의 낭비를 줄이는 방법일 것이다. 하지만 많은 경우에 구매자들의 지불의사를 모르는 상황에서 올바르게 가격책정을 하기가 어려워서 이 방법도 바람직하지 않다. 가격이 너무 높으면 아무도 구매하지 않으려 할 것이고, 가격이 너무 낮으면 여러 사람이 구매하려고 할 것이다. 전자의 경우에는 판매자가 다시 가격을 낮추어 판매하려고 할 것인데, 이를 예측한 구매자들이 지불의사가 있는 가격에서도 가격하락을 유도하기위해 구매의사를 표출하지 않는 전략적인 행동을 할 수가 있다. 후자의 경우 판매자의 경우 더 높은 가격을 얻을 수 있었음에도 불구하고 낮은 가격에 팔게 되는 문제가 있다. 구매자들의 입장에서조차 지불의사를 표출한 사람중에서 임의로 구매자가 선정될 것이므로 가장 높은 지불의사가 있는 구매자에게 판매가 이루어지지 않을 수 있다는 점에서 불만족스러울 것이다.

경매는 판매자의 시간과 노력을 절약할 뿐만 아니라 다른 판매 형태에서

찾을 수 없는 여러가지 장점이 있다. 첫째, 판매자가 구매자들의 지불의사를 몰라도 그들의 지불의사에 맞게 가격이 책정된다는 것이다. 낙찰액이 구매자들의 지불의사에 따라 결정이 되므로 구매자들의 지불의사가 높으면 높은대로 낮으면 낮은대로 판매자가 가능한 최대의 가격으로 판매하게 된다.

둘째, 경매 낙찰가가 시장 전반의 가치를 반영한다는 의미에서 훌륭한 가치평가 및 형성(price discovery)의 기능을 한다. 이는 물건의 가치를 모르는 구매자들이 실수로 가치 이상의 가격으로 구매하는 소위 승자의 저주(winner's curse) 문제를 경매가 최소화함을 뜻하는데, 구매자들의 지불의사액과 구매참여 의욕을 고무하는 효과를 가져오게 되어 결국 판매자의 수익성을 높이게 된다. 이와 같은 효과는 미술품 경매에서처럼 공개 구두 경매나 검색광고처럼 연속적으로 입찰결과에 대한 정보가 입찰자에게 전달되는 경우, 혹은 스마트 입찰 등 경매전략과 정보가 투명한 경우 증가된다고 볼 수 있다.

셋째, 구매자들의 입장에서 볼때, 재화가 효율적으로 배분된다는 장점이 있다. 판매되는 물건에 높은 가치를 두는 구매자일수록 지불의사가 높을 것이며 따라서 입찰도 높게 할 것이다. 따라서 가치가 높은 입찰자에게 물건이 배분될 확률이 높는데, 이는 후생적인 관점에서 바람직할 뿐만 아니라 판매자에게도 그 후생이익의 일부가 귀속된다는 점에서 바람직하다.

넷째, 경매제도는 현실적인 특수상황에 맞추어 설계가능하다는 장점이 있다. 검색광고의 경우에도 각 페이지마다 여러 위치에 광고를 신게 되고, 각 광고 마다 게재 기간이 다르고, 클릭수 분포도 다르며, 검색회사에 대한 수익성도 다르게 된다. 이와 같은 상황에서도 비교적 간단한 경매제도를 설계하여 위에서 언급한 혜택을 어느 정도는 누릴 수 있다.

우리는 먼저 한 단위의 재화가 경매로 판매되는 단순한 상황을 고려하겠다. 경매가 가지는 기본적인 특징은 이와 같은 단순한 상황에서 가장 이해하기 쉽고, 또 많은 경우 보다 복잡한 상황으로 쉽게 확장되기 때문이다. 기본적인 이론을 소개한 후, 보다 현실적인 복수단위 이질적(multi-unit heterogeneous) 재화의 경우 그 이론이 어떻게 확장되는지 설명할 것이다.

하나의 재화를 경매를 통해 판매하는 방법은 경매방식에 따라, **일차가격**

비밀(first-price sealed-bid) 경매, 이차가격 비밀(second-price sealed-bid) 경매, 영국식 공개 구두 오름가(open oral ascending-price) 경매, 네덜란드식 내림가(descending-price) 경매 등으로 구분된다. 비밀 경매의 경우에는 서면, 혹은 인터넷 등을 이용하여 경매가 이루어지므로 입찰자들이 장소와 시간의 제약을 받지 않고 입찰에 참여할 수 있다. 그러나 영국식, 네덜란드식 경매는 모든 입찰자들이 동시에 참여해야 한다는 제약이 있다. (인터넷 사용시에 입찰자들이 같은 장소에 집결해야 하는 제약은 해소 될 수 있으나, 현실적으로 중고차, 화훼 경매에서 처럼 실제 입찰자들이 한 장소에 집결해서 경매가 이루어지는 것이 보통이다.) 반면, 영국식 경매에선 경매과정을 통해 많은 정보가 전달되므로 가치형성 및 발견 그리고 승자의 저주 해소에 더 효과적이다. 각 경매형태에서 입찰자들이 어떻게 행동하고 판매자의 수익이 어떻게 결정되는지에 대한 이론을 살펴보자.

1. 일차가격 비밀 경매와 네덜란드식 내림가 경매

일차가격 비밀 경매에서는 입찰자들이 서면이나 인터넷을 통해 지불의사액을 입찰하고, 판매자가 가장 높은 입찰액을 제시한 입찰자를 구매자로 선정하는 방식이다. 선정된 입찰자는 입찰액을 지불하고 경매 물건을 받게 된다. 네덜란드식 내림가 경매는, 판매자가 높은 가격에서 판매의사 가격을 부르기 시작해서 점진적으로 (보통 사전에 결정된 최소단위만큼씩) 판매의사 가격을 낮추고, 제일 먼저 지불의사를 표현하는 입찰자가 나섰을 때, 그 가격에 낙찰액이 결정되고, 그 입찰자가 낙찰액을 지불하고 물건을 얻는 제도이다. 일차가격 비밀 경매는 국가자산 불하, 군납 등의 경쟁계약의 상황에서 널리 사용되고 있다. 반면, 네덜란드식 내림가 경매는 암스테르담 화훼시장에서 사용되었다.

이 두 경매들의 형태는 겉보기에는 매우 달라 보이지만, 실제 입찰자가 당면하는 의사결정 문제, 입찰자의 정보, 그리고 판매자의 관점에서 동일하다. 일차가격 비밀 경매에서 입찰자들은 자신이 물건을 구매할 가격을 결정하게 되며 이 가격이 가장 높으면 구매자로 낙찰 되는 것이다. 이와 같은 결정을 할 때 입찰자들은 다른 입찰자에 대한 정보를 갖지 못한다.

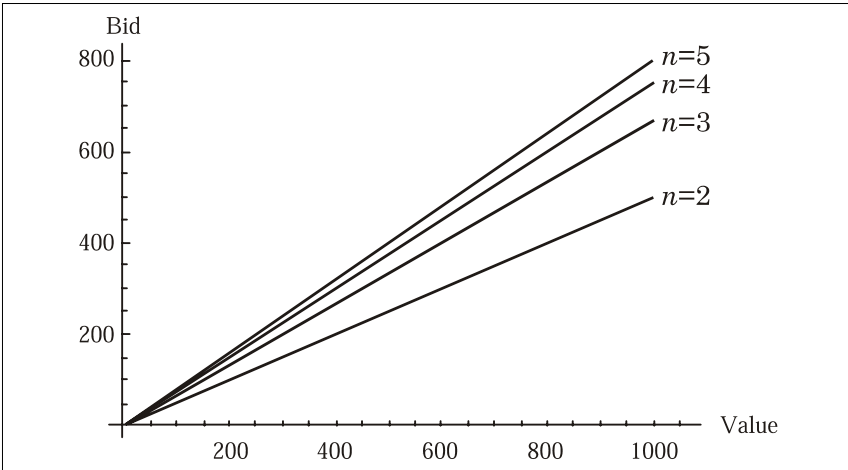
네덜란드식 내림가 경매에서도 입찰자들은 동일한 결정을 하게되고 동일한 결과가 얻어진다. 일차가격 비밀 경매와 마찬가지로, 입찰자들이 어느 가격에 지불의사를 표현하느냐 하는 결정을 해야 하고 그 결정을 할 당시 다른 입찰자들에 대한 정보가 전혀 없다.(다른 입찰자가 먼저 지불의사를 표현할 경우 그 입찰자에 대한 정보를 얻게 되지만 이때는 이미 경매가 종결되기 때문에 그 정보의 가치가 전혀 없게 되기 때문이다.) 따라서 우리는 일차가격 비밀 경매만을 살펴보면 된다.

일차가격 비밀 경매에서 입찰자들은 어떻게 행동을 할까? 경매 물건을 얻었을 때, 어떤 특정의 입찰자가 1,000원 만큼의 가치를 느낀다고 하자. 이를 떼면 경매물건이 온라인 광고라 하고, 그 광고가 실렸을 때 그 광고가 실리지 않았을 때와 비교해서 1,000원의 추가적 수익을 입찰자가 얻는다고 하자. 만약 그 입찰자가 1,000원 혹은 그 이상을 입찰을 하면 경매를 이길 경우 이겼을 때 얻는 가치 이상 지불하게 되므로 경매를 통하여 전혀 이득을 누릴 수가 없을 것이다. 따라서 그 입찰자는 1,000에서 일정액을 감한 액수를 입찰해야 할 것이다. 정확하게 얼마를 감하느냐에 대해서는 여러가지 사항을 고려해야 할 것이다. 만약 다른 입찰자들의 입찰액 중에서 가장 높은 입찰액이 900원이고 이 사실을 알고 있다면, 901원을 입찰하는 것이 최적일 것이다. 그러나 다른 입찰자들의 입찰액을 모르기 때문에 결과적으로 어떤 입찰액에 대한 예상 입찰액에 대한 분포를 염두에 두고 그에 맞추어 입찰액을 결정해야 할 것이다. 그 결정에 있어 물론 입찰자들의 수가 몇 명이 되느냐 하는 것도 중요한 고려사항이다. 경쟁 입찰자들의 수가 많으면 많을수록 그들 중 최고 입찰액도 높을 가능성이 높으므로 입찰액을 이에 따라 높여야만 원하는 물건(광고위치)을 얻을 가능성을 유지할 수 있기 때문이다. 경매이론에서는 이와 같은 입찰자들의 전략적 입찰행위를 게임이론을 통해 예측한다. 예를 들어, 만약 입찰자들의 가치가 0과 1,000원 사이에서 균등하게 분포되어(uniformly distributed) 있다고 하자. 이러한 입찰자들이 $n \geq 2$ 명 있을 때, 자신의 가치의 $1/n$ 만큼을 감한 액수를 입찰할 것이라고 예측한다.

다시 말해, 600원의 가치를 느끼는 입찰자가 2명이 있는 경매에서는 300원을 입찰하고 3명이 참가하는 경매에서는 400원을 입찰하고, 4명이 있을 경우 450원을 입찰한다는 것이다. 이 예측에 따르면, n 명 경매에서

판매자는 $1000(n-1)/(n+1)$ 만큼의 수익을 누리게 된다. 즉, 2명 참가 경매에서는 평균 수익이 333원이고, 3명 참가 경매에서 평균수익은 500원이 된다. 한 가지 분명한 사실은 입찰자의 수가 증가할수록 경쟁이 심화되고, 판매자의 수익은 증가한다.

균등분포하의 일차가격 경매에서의 균형입찰함수



2. 이차가격 비밀 경매와 영국식 오름가 경매

이차가격 비밀 경매에서는 입찰자들이 서면이나 인터넷을 통해 지불의사액을 입찰하고, 일차가격 비밀 경매와 마찬가지로 가장 높은 입찰액을 제시한 입찰자를 구매자로 선정하는 방식이다. 단지 일차가격 비밀 경매와 다른 점은 선정된 입찰자가 자신의 입찰액을 지불하는 것이 아니라 두번째로 높은 입찰액 - 즉, 경매에 패한 입찰액 중에서 가장 높은 입찰액 - 을 지불한다는 것이다. 영국식 오름가 경매는, 판매자가 낮은 가격에서 가격을 부르기 시작해서 점진적으로 (보통 사전에 결정된 최소단위만큼씩) 가격을 높이고, 그 과정에서 각 가격에 지불의사가 있는 입찰자들은 지불의사 표시를 하고, 그렇지 않은 입찰자들은 탈락한다. 그리하여, 경매가격이 일정수준에 올랐을 때에 한 입찰자를 제외한 모든 입찰자가 탈락하게 되면, 바로 그 가격에서 경매가 종결되고 최종적으로 남아있는 한 입찰자가 경매의 승자가 된다. 오름가 경매는 크리스티, 소더비등 예술품 거래 등에

주로 사용되었으며. 목재채벌권 분양, 주파수 배분, 그리고 e-Bay등의 온라인 경매도 오름가 경매의 형태로 이해할 수 있다. 이차가격 비밀 경매는 노벨상 수상 경제학자인 William Vickrey에 의해 고안된 이론적 경매 형태로 실제 사용되는 경우는 없으나 경매에서 입찰자들의 유인체계를 이해하는데 매우 중요하며, 특히 검색광고 경매 방식에 중요한 영향을 끼쳤다.

앞서의 두 경매 형태와 마찬가지로 이차가격 비밀 경매와 영국식 오름가 경매는 매우 밀접한 관계가 있다. 입찰자들이 물건에 대한 자신의 가치를 알고 있는 경우 입찰전략의 관점에서 볼 때 두 경매형태가 동일하다. 이를 설명하기 위해서는 이 두 경매형태에서 각 입찰자가 어떻게 행동하는지를 이해할 필요가 있다. 먼저 오름가 경매를 살펴보자. 입찰자들이 물건에 대한 가치를 알고있는 경우, 가격이 자신의 가치 수준까지 오를 때까지 경매에 남아있는 것이 최적 입찰전략이다. 만약 가치가 1,000원일 경우 경매가격이 1,000원 미만일 때 경매에서 빠져나가면, (그보다는 높지만) 1,000원 미만의 가격에서 낙찰되어 이득을 볼 수 있는 기회를 놓칠 수 있다. 반면 가격이 1,000원 위로 올라간 이후에도 남아있게 되면 손해를 보게 된다. 따라서 가격이 자신의 가치 수준으로 올라갈 때까지 남아 있다가 그 수준에 도달했을 때에 빠져나가는 것이 최적이다. 이 경우, 경매 물건에 가장 높은 가치를 느끼는 입찰자가 결국 경매에서 이기게 되고, 마지막 입찰자가 빠져나간 순간의 가격 - (앞의 논리를 적용하면) 입찰자중 두번째로 높은 가치 - 로 가격이 낙찰되어 그 가격을 지불할 것이다.

이차가격 비밀 경매에서도 비슷한 논리가 성립한다. 즉, 자신의 가치와 동일한 액수를 입찰하는 것이 최적이다. 만약 가치가 1,000원일 때, 그보다 낮은 가격, 예를 들어 900원으로 입찰하면 타 입찰액 중 가장 높은 입찰액이 950일 경우 지게 되는데, 만약 1,000원을 입찰했었다면 경매에서 이기고 50원의 수익을 보았을 것이다.(타 입찰액의 최고치가 다를 경우에도 비슷한 결과가 일어나든지 아니면 자신의 가치를 입찰하는 것과 차이가 없다.) 이 경우 1,000원 이상 입찰하는 것도 바람직하지 않다. 만약 1,100원을 입찰했다 하자. 이 경우, 타 입찰액 중 최고치가 1,050원이 되는 경우, 그 입찰자가 이기게 되는데, 이 경우 1,000원의 가치를 실현하는데 반해 1,050원을 지불하게 되므로 50원의 손해를 보게된다. 만약 자신의 가치대로 1,000원을 입찰했었다면 그 손해를 보지 않았을 것이다.

다시 말해, 자신의 가치대로 입찰하는 것이 최적 행위가 된다. 입찰자들이 이렇게 가치입찰을 할 경우 물론 가장 높은 가치를 느끼는 입찰자가 이길 것이고, 그는 입찰자 중 두번째로 높은 가치를 가격으로 지불할 것이다. 물론 이와 같은 결과는 앞서 살펴본 오름가 경매에서의 결과와 동일하다. 따라서 판매자에게 귀속되는 수익도 두 형태가 동일하다.

이차가격 경매와 오름가 경매의 동일성은 입찰자들이 자신의 가치를 알고 있다는 가정에 의존한다. 현실에서는 경우에 입찰자들이 자신의 가치를 충분히 알고 있지 못하는 경우가 많다. 예술품의 경우 재판매 시장수요가 가치평가의 중요한 요소인데, 이에 대해 각 입찰자들이 각각 다른 정보를 갖고 있을 경우 다른 입찰자가 어떻게 가치평가하느냐에 따라 자신의 가치가 달라질 수 있다. 따라서 가치평가가 “상호의존적(interdependent)”이 된다. 원유 굴착권 경매에서도 마찬가지로 경매지역에 원유가 얼마나 저장되어 있는지에 대해 입찰자들의 서로 상호의존적인 가치평가를 할 가능성이 높다. 검색광고 경매에서도 광고주들의 광고에 대한 가치평가가 보다 경험이 많은 다른 광고주의 가치평가에 의존할 가능성이 크다. 이와 같이 경매품 가치평가가 상호의존적인 경우, 이차가격 비밀 경매에서와 같이 다른 입찰자의 가치를 모를 경우 입찰자들은 실제가치보다 실수로 높게 입찰하여 손해를 보는, 소위 말해서 승자의 저주(winner's curse) 위험에 처하게 된다. 승자의 저주 위험상황에서는 자신을 보호하기 위해 매우 낮게 보수적으로 입찰을 할 가능성이 존재한다. 이와 같은 행위는 궁극적으로 경매의 경쟁성을 손상하여 판매자의 수익을 감소시킬 수 있다.

이와 같은 문제가 오름가 경매에서는 다소 해소될 수 있다. 그 이유는 오름가 경매에서는 입찰자들 나름대로의 가치평가에 대한 정보가 그들이 입찰을 포기하게 되는 가격수준을 통해 어느 정도 드러나기 때문이다. 오름가 경매가 입찰자들에게 보다 많은 정보를 제공하고 그럼으로써 그들을 승자의 저주로부터 잘 보호한다고 볼 수 있다. 결과적으로는 입찰자들이 보다 경쟁적으로 입찰에 참여하고 궁극적으로 판매자의 수익도 올라 간다. 요약하자면, 입찰자의 가치평가가 상호의존적인 경우 오름가 경매가 이차 가격 비밀 경매보다 수익성 면에서 우월하다고 볼 수 있다.⁴⁾

4) 이 사실은 Milgrom and Weber(1982)에 의해 매우 일반적인 상황에서 증명되었다.

3. 경매 형태간 비교

그러면, 일차가격 비밀 경매와 오름가 경매는 어떻게 차이가 날까? 일차 가격 비밀 경매에서 최종 낙찰 입찰자가 자신의 입찰액을 지불하는데 반하여 일차가격 비밀 경매에서 패자의 입찰액을 지불한다는 점에 미루어 볼 때, 일차가격 경매제도 하에서 판매자가 누리는 수익이 더 클 것으로 생각할 수 있으나, 이는 잘못된 생각이다. 그 이유는 입찰자들이 이 지불 방식의 차이를 감안하여 입찰에 참여할 것이기 때문이다. 구체적으로 입찰자들이 일차 가격 경매제도에서는 자신의 가치보다 낮게 입찰하는 반면, 일차가격 경매에서는 자신의 가치만큼 입찰하리라고 앞서 논의 한 바 있다. 경매이론의 경이로운 정리중의 하나는 “수익성 동일의 정리(Revenue Equivalence Theorem)”인데, 이에 따르면 입찰자들의 가치가 동일한 분포함수를 따라 분포할 경우에는 앞서 언급한 모든 경매형태가 배분의 효율성 차원에서나 판매자의 기대수익 차원에서 동일하다는 것이다.⁵⁾ 이는 입찰자들이 경매 형태간의 지불방식의 차이를 감안한 전략이 동일한 정도의 시장경쟁과 배분을 낳는 것으로 재해석된다.

물론 수익성 동일의 정리의 배후에는 두가지 중요한 가정이 자리잡고 있다. 한 가지는 앞서 말한바와 같이 입찰자들의 가치가 동일한 분포를 취한다는 가정인데, 현실적으로 이 가정이 성립되지 않는 경우가 많을 것이다. 이와 같이 입찰자들의 가치가 동일한 분포를 갖지 않는 경우에는 여러 경매형태들이 명료하게 비교되지 않는다. 일차가격 비밀 경매에서 수익성이 높은 경우도 있고 일차가격 비밀 경매에서 수익성이 높은 경우도 있다.⁶⁾ 두번째 가정은 입찰자들이 자신의 가치를 알고 있다는 것이다. 다시말해, 가치평가의 입찰자간 상호의존성이 없다는 것이다. 이 가정 또한 현실적으로 성립되지 않는 경우가 많을 것이다. 온라인 광고에서도 주어진 광고지면에 광고하는 가치가 얼마인지 광고주들이 잘 알지 못할 수 있고 특히 다른 광고주의 가치평가에 상당히 영향을 받을 소지가 많다. 특히, 주어진 지면에 광고한 경험이 많지 않은 광고주들에게 이와 같은 현상이 두드러질

5) Myerson(1981)과 Riley and Samuelson(1981)은 이 사실을 증명한 최초의 연구들이다.

6) Maskin and Riley(2000)는 이 사실을 보여주고 있다.

것이다. 이와 같이 가치평가의 입찰자간 상호의존성이 존재할 경우 오름가 경매와 같이 경매과정을 통해 많은 정보가 공유되는 경매형태가 그렇지 않은 경매형태보다 가격형성에 유리하고, 승자의 저주 현상을 최소화함으로써 입찰자들로 하여금 더 경쟁적으로 입찰하도록 유도할 수 있다. 이와 같은 논리를 바탕으로, 오름가 경매가 일차가격 비밀 경매보다 우월하다는 결론에 도달할 수 있다. Milgrom and Weber(1982)에 의하면, 이차가격 비밀 경매가 일차가격 비밀 경매보다 우월하고 오름가 경매가 이차가격 비밀 경매보다 우월하다.

4. 최소 입찰가와 핸디캐핑(Handicapping)

이제까지는 단일 재화 경매상황에서 널리 사용되는 경매형태를 주로 살펴 보았다. 이를 통해 주어진 상황 하에서 어떠한 경매형태를 사용하는 것이 바람직한지에 대한 기본적인 판단이 어느 정도는 가능하리라 생각된다. 그렇다면 선택된 경매형태를 아무런 수정없이 사용하는 것이 올바른가? 수익성을 높일 수 있는 정책적인 조정이 가능한가? 이러한 질문들에 대하여 경매이론에서는 대략 두 가지의 정책변수를 고려하고 있다.

첫째로, 최소 입찰가 제도를 고려할 수 있다. 최소 입찰가란 어떤 주어진 가격 이하의 입찰액을 받아들이지 않는 제도이다. 최소 입찰가는 판매자에게 두가지 상반된 효과를 가져온다. 이를 설명하기 위해 앞서의 예로 돌아가서, 두명의 입찰자가 일차가격 비밀 경매에 참가한다고 하고, 각 입찰자의 가치가 0에서 1,000원 사이에서 균등 분포한다고 가정하자. 판매자가 최소 입찰가를 도입한다면 어떤 효과가 있을까? 이해의 편의상 최소 입찰가가 400원이라 하자. 그러면, 입찰자들 중에서 가치가 400원 보다 낮은 입찰자는 입찰을 거부할 것이다. 따라서 두 입찰자 모두 가치가 400원 보다 낮다면, 경매가 유찰이 되고 판매자는 아무런 수익을 누릴 수 없을 것이다. 반면, 동일한 상황 하에서 최소 입찰가가 없었더라면 낮은 가격으로라도 판매가 가능하였을 것이다. 그러나 최소 입찰가가 바람직한 면도 있다. 입찰자의 가치가 400원이라면, 최소 입찰가가 없을 경우에는 앞서 살펴본바와 같이 200원을 입찰할 것이나, 최소 입찰가가 400원일 경우 400원을 입찰할 수 밖에 없을 것이다. 실제로 가치가 최소 입찰가보다

높은 입찰자들은 최소 입찰가 있을 때 그렇지 않은 경우보다 높은 가격으로 입찰을 하게 된다. 다시말해, 최소 입찰가를 도입할 때, 가치가 낮은 입찰자들이 참여를 거부하는 단점이 있는 반면, 참여하는 입찰자들은 보다 경쟁적으로 입찰한다는 장점이 있다.

그렇다면 최소 입찰가를 도입하는 것이 궁극적으로 판매자의 수익을 높일까? 그렇다면 어떻게 최소 입찰가를 정하는 것이 수익을 최대화할까? 그리고 그 최적수준의 최소 입찰가는 입찰자의 수에 따라 달라질까? 이들 질문에 대한 대답은 입찰자의 가치분포에 달려있다. 일반적으로 최소 입찰가를 아주 보수적으로 낮게라도 책정하는 것이 최소 입찰가가 전혀 없는 경우보다는 판매자의 수익에 도움이 된다고 할 수 있다. 만약 모든 입찰자의 가치가 항상 이 최소 입찰가보다 높다면 특별히 손해될 것이 없고, 그보다 낮은 경우가 있다면 경쟁성 강화 효과에 따른 혜택이 최소 입찰가 도입에 따른 단점을 상쇄할 것이기 때문이다. 참고로 균등분포를 가정할 때, 최적 최소 입찰가는 분포의 정 중간값인 500원이 된다. 그리고 한가지 주목할 사실은, 최적 최소 입찰가가 입찰자의 수와 관련이 없다는 사실이다. 이러한 결과는 각 입찰자의 가치분포가 동일한 경우 성립한다.

최소 입찰가 이외에 판매자가 정책적으로 수익을 높일 수 있는 방법으로 핸디캐핑을 들 수 있다. 핸디캐핑은 입찰자들의 경쟁력이 다를 경우에 주효할 수 있다. 두명의 입찰자들이 경매에 참여하는 예를 살펴보자. 입찰자 1은 입찰자 2보다 가치가 높게 분포한다고 하고, 이 사실이 입찰자들에게 알려져 있다고 가정하자. 예를 들어, 플러스 프로와 같은 검색광고 경매를 생각해 보면,⁷⁾ 입찰자 1은 입찰자 2에 비해 매출액이 높고 경매에 이겼을 때 광고 효과도 높은 광고주라고 생각하면 된다. 이러한 경우 입찰자 2는 입찰자 1에 비해 입찰 경쟁력이 약하다. 따라서 입찰자 1은 입찰자 2를 쉽게 이길 수 있다고 생각하므로 낮게 입찰을 할 것이다. 이 경우 판매자가 입찰자 1에게 별점을 부여한다든가, 혹은 입찰자 2에게 상점을 준다든가 해서 입찰자 1에 핸디캡을 부여 함으로써 입찰자 1을 경쟁적으로 만들 수 있다. 이 경우에도 최소 입찰가와 마찬가지로 장단점이 있다. 만약 핸

7) 플러스 프로는 NHN의 일부 검색광고에 적용되는 판매방식을 일컫는 명칭으로, 개별 검색광고 위치에 대한 일정기간 동안의 점유권을 일차가격 비밀 경매를 통해 판매하는 것에 해당한다.

디캡의 결과 입찰자 2가 이기게 되면, 입찰자 1보다 낮은 가격으로 물건을 파는 경우가 생길 수 있다. 반면, 입찰자 1이 보다 경쟁적으로 입찰하게 되므로 입찰자 1이 이기게 되면 판매자는 보다 높은 가격으로 물건을 판매할 수 있다. 최소 입찰가와 마찬가지로, 입찰자들의 경쟁력의 차이가 극심하면 어느정도 경쟁력이 강한 입찰자를 차별하는 것이 수익성의 차원에서 바람직하다고 여겨진다. 물론 경쟁력의 차이를 정확하게 파악하여 체계적으로 차별하는 것은 현실적으로 어려울 수도 있다. 아래 언급하겠지만 검색광고 경매상황에서 광고주의 click-through rate(앞으로 CTR로 언급)이 광고주의 경쟁력의 신뢰할 만한 신호(signal)가 될 수 있다. 따라서 이를 이용한 핸디캐핑은 검색회사 수익성 개선의 중요한 수단이 된다고 본다.

5. 비슷한 종류의 여러 재화 경매

여태까지는 판매자가 한 단위의 재화를 판매한다는 가정을 했다. 만약 판매자가 여러가지 비슷한 재화를 판매하고자 한다면 어떤 경매방식을 취해야 할까? 정부 채권, 주파수 등 각종 국가자산을 배분하는 경우 비슷한 종류의 여러 재화를 판매하게 된다. 검색광고의 경우도 각 키워드마다 여러 가지 광고 위치를 분배하는 문제라고 볼 수 있는데, 이들 광고 위치는 정확하게 동질의 재화라고 보기는 어렵지만 서로 비슷한 종류의 (불완전한) 대체재라고 볼 수 있다.

이와 같이 비슷한 종류의 여러 재화를 배분할 경우, 첫번째 의문은 각 재화를 분리하여 판매하느냐 아니면 그 재화들을 묶어서 동시에 판매하느냐 하는 것이다. 검색광고의 경우, Overture의 Sponsored Link나 네이버의 클릭초이스는 여러 위치를 동시에 판매하는 것으로 볼 수 있는 반면, 네이버의 플러스프로는 각 위치를 따로 판매하는 양식이라고 볼 수 있다. 여기에서는 온라인 광고 경매가 초점인 만큼, 입찰자들이 하나의 재화를 수요하는 경우로 범위를 좁혀 논의를 하고자 한다.(즉, 검색광고에서 각 광고주가 키워드당 보통 하나의 위치를 수요한다는 점을 상기하자.)

일반적으로는 다음과 같은 이유로 재화들을 묶어서 동시에 판매하는 것이 유리하다고 할 수 있다. 첫째, 각 단위를 하나씩 분리해서 판매할 경우,

모든 입찰자들이 모든 재화의 경매에 참여하는 것이 불가능하다. e-Bay에서 처럼 각 재화가 동시에 경매될 경우 특히 각 입찰자들은 오직 한가지 경매에만 참여할 수밖에 없을 것이다. 각 경매가 순차적으로 이루어 질 경우에도 만약 입찰자가 처음 재화를 얻게 될 경우, 그 입찰자가 차후의 경매에서 보다 유리한 조건을 발견했을 때 이전의 경매결과를 반복하고 차후의 재화를 대신 구입할 수는 없을 것이다. 결국은 동시에 모든 재화가 모든 입찰자에게 고려되면서 경매가 이루어 질 수 없는데, 이러한 경우 모든 재화가 이를 가장 유용하게 소비할 입찰자들에게 배분될 확률이 작아지게 된다. 다시말해, 배분의 효율성이 떨어지게 된다. 배분의 효율성이 떨어지면 판매자에게 돌아가는 수익도 감소하는 경향이 있다. 반면, 여러 재화를 동시에 경매할 경우, 경매제도를 어떻게 설계하느냐가 중요하겠지만, 입찰자들은 모든 재화에 대한 가격을 동시에 고려하면서 입찰할 것이므로 효율적인 배분이 가능해 질 것이다.

둘째, 판매자의 입장에서 여러 재화를 묶어서 경매하는 것이 각각 따로 판매하는 것보다 시장경쟁의 강도를 높일 수 있다. 비근한 예로, 재화 A와 B가 따로 경매에 붙여지면, A 경매에 참여하는 입찰자들은 B 경매에 참여하는 입찰자들의 경쟁상대가 되지 않는다. 따라서 입찰자들의 경쟁이 두 경매로 분산되게 된다. 한편, 두 재화가 동시에 (아래에서 언급할) 균등오름가격제로 판매된다면 모든 입찰자들이 두 재화 모두에 대해 경쟁을 할 것이므로 경쟁강도를 높이게 되고 이는 판매 수익성을 높여주게 된다.

만약 여러 재화를 묶어서 판매할 경우 어떤 방식의 경매방식을 취해야 할까? 이에 대한 대답은 재화들이 동질적인지 아닌지에 달려있다. 이를 떼면 정부채권이라든가 동질의 주파수 밴드위쓰와 같은 동질의 여러 단위가 팔릴 경우, 앞서 살펴본 일단위 경매방식의 개념을 자연스럽게 확장할 수 있다. K 개의 동질의 재화를 두고 $N(> K)$ 명의 입찰자가 경합을 한다고 가정하자. 일차가격 비밀 경매를 응용하는 방법으로, 입찰자들이 입찰액을 적어내고, 그 중 K 개의 높은 입찰액을 선정하여 그 입찰액을 제시한 입찰자가 각각 한 단위를 획득하고 승리한 입찰자들은 자신의 입찰액을 가격으로 지불하는 방법이 있다. 이러한 제도 하에서는 승리하는 입찰자들이 각각 다른 가격을 지불하게 되므로 이 경매제도는 **차별 (discriminatory) 경매제도**라 불린다. 이차가격 비밀 경매제도가 응용된 형태로, 마찬가지로

K 명의 최고 입찰자를 선정하여 재화를 배분하되, 입찰자들로 하여금 자신의 입찰액을 가격으로 지불하게 하는 대신 K 번째 최고 입찰액 혹은 $K+1$ 번째 최고 입찰액을 가격으로 지불하게 하는 방법도 있다. 이 경우 모든 승리 입찰자가 동일한 가격을 지불하게 되므로 각각 **K 번째 균등가격 (uniform price) 경매**, **$K+1$ 번째 균등가격 경매**라고 일컬어진다.

한 단위 재화의 경우와 마찬가지로 이 세 가지 경매방식간에는 밀접한 관계가 있다. 차별가격 경매에서는 일차가격 비밀 경매에서처럼 입찰자들이 자신의 가치에서 일정액을 감하여 입찰하는 것이 균형전략이 되고 그 입찰 할인액수는 입찰자들의 가치분포와 입찰자의 수에 따라 달라지게 된다. $K+1$ 균등가격 경매에서는 이차가격 비밀 경매에서와 마찬가지로 자신의 가치를 그대로 입찰하는 가치입찰 전략이 최적전략이 된다. 그리고 입찰자들의 가치분포가 동일하고 그들의 가치가 상호의존적이지 않을 경우 이들 경매방식들이 판매자에게 동일한 기대수익을 가져온다는 점도 단수재화 경매와 비슷하다.

요약하면, 동질의 재화가 여러단위 경매되는 상황은 한 단위만 경매되는 상황과 크게 다르지 않다고 볼 수 있다. 정말 어려운 문제는 이질적인 재화를 묶어서 경매하는 경우이다. 이 경우에도 상황에 따라 경매제도의 특성이 달라진다. 특히 검색광고처럼 광고 위치에 대한 입찰자들의 선호 순위가 비교적 분명하게 정해져 있는 경우에는 비교적 단순한 형태의 경매제도가 유효할 수 있다. 이 경우 각 위치들이 동질의 재화가 아니므로 균등가격 경매는 적합하지 않다. 그러나 모든 입찰자들의 위치에 대한 선호의 순위가 동일함으로, 결국 더 좋은 위치에 대한 프리미엄을 시장 경쟁을 통하여 결정하면 되는 문제이다. 따라서 가장 높은 가격을 제시하는 입찰자를 가장 좋은 위치에, 그 다음 가격을 제시한 입찰자를 그 다음 위치에 배정하는 방식이 자연스럽게 논리적인 방식이 될 수 있다. 물론 이와 같은 제도는 현재 사용중인 경매방식과 일치한다. 다음 장에서 우리는 이에 대해 자세히 고찰하고자 한다. 물론 그 과정에서 앞서 살펴본 경매의 기본이론의 교훈이 어떻게 적용되는지를 논의할 것이다.

Ⅲ. 검색광고 경매제도

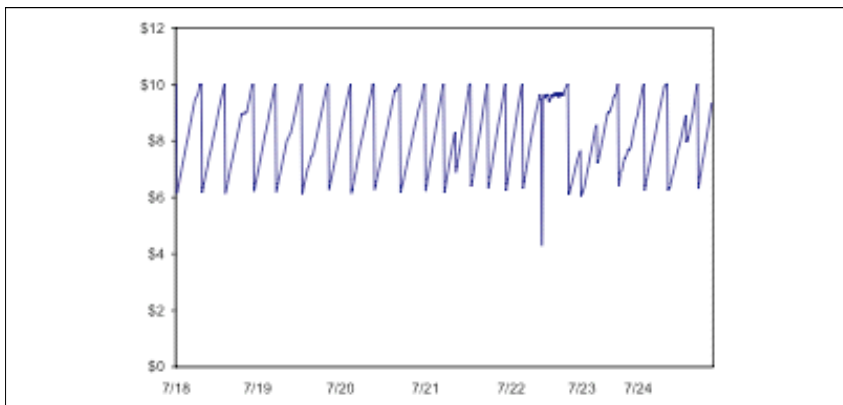
Generalized Second Price(앞으로 GSP로 언급) 경매제도는 현재 검색광고의 위치배정에 가장 널리 이용되고 있는 경매형태이다. 이 경매는 앞서 살펴 본 이차가격 비밀 경매제도를 판매되는 재화의 개수가 복수(multi-unit)인 경우로 확장시킨 한 형태이다. 이러한 확장이 필요한 이유는 주어진 검색어에 대해 여러 위치가 판매되고 있는 검색어 광고의 특성 때문이다. 또한, 서로 다른 위치는 상이한 광고효과를 가질 것이기 때문에 이들을 이질적인 재화로 보는 것이 타당하다. 이러한 복수의 이질적인 재화를 판매하기 위한 경매 규칙은 매우 복잡할 가능성이 있음에도 불구하고, 검색광고의 경우 다음과 같은 사실들로 인해 그 복잡성은 상당 부분 줄어든다. 첫째, 각 광고주가 주어진 검색어에 대해 최대 하나의 위치만을 수요한다. 둘째, 모든 광고주는 높은 위치를 낮은 위치보다 더 선호한다. 마지막으로, 주어진 광고주가 한 번의 클릭으로부터 기대할 수 있는 수익을 클릭당 가치라고 부를 때, 그 광고주가 주어진 위치에 대해 부여하는 가치는 클릭당 가치와 그 위치에 발생한 클릭수를 곱한 값이라고 볼 수 있다. 이러한 상황에서 자연스러운 가격지불방식으로, 광고주들로 하여금 자신의 광고에 발생한 1회의 클릭마다 일정한 가격을 지불할 것을 요구하는 CPC 방식을 생각해 볼 수 있다. 현재까지의 검색어 광고는 그 형태가 조금씩 변해 왔으나 그 가격지불방식은 CPC 형태의 큰 틀을 유지해 왔다고 할 수 있다. 아래에서는 이 CPC 방식하에서 검색어 광고 경매가 어떻게 진화하여 왔는지, 그 결과 현재 지배적으로 이용되고 있는 GSP 경매는 어떠한 이론적인 특성을 가지고 있는지를 살펴보게 될 것이다.

1. 검색광고 경매의 진화

검색어 광고가 경매를 통해 판매되기 시작한 것은 1998년 GoTo.com에 의해 채택된 “일반화된 일차가격 경매(Generalized First-Price Auction)”를 통해서이다. 이는 앞에서 언급한 차별 경매제도와 동일하다. 즉, 광고주들이 클릭당 가격을 입찰하면, 입찰가가 가장 높은 광고주들로부터 시작해서 높은 자리순으로 배정하고 각 자리를 배정받은 입찰자들은

자신의 입찰가를 클릭당 가격으로 내는 것이다. 이 경매형식은 입찰이 연속적인 시간(continuous time) 안에서 반복적으로 일어나는 검색어 광고에서 “입찰가 순환(bid cycle)”이라는 문제를 야기하였다. 이 문제를 설명하기 위해 다음과 같은 예를 생각해 보자. ‘꽃’이라는 검색어 아래의 두 위치를 판매하는 일반화된 일차가격 경매에 각각 100원과 75원의 클릭당 가치를 가진 두 광고주 - 광고주 A와 광고주 B - 가 참여하고 있으며, 경매의 최저가격은 10원으로 책정되어 있다. 광고주 A가 먼저 10원의 최저가격을 제시함으로써 입찰을 시작한다면 광고주 B는 11원으로 입찰가를 올려서 위치 1을 차지하려 할 것이고 이에 대해 A는 입찰가를 12원으로 올리게 될 것이다. 이렇게 해서 위치 1의 가격이 76원까지 상승하면 B는 가격을 낮추어 위치 2를 차지하는 편이 낫다고 생각할 것이므로 입찰가를 10원으로 낮추게 될 것이다. 그러면 A는 76원이라는 높은 가격보다는 입찰가를 낮추어 11원의 가격으로 위치 1을 계속해서 차지할 수 있는 기회가 있으므로 그렇게 입찰가를 낮추려고 할 것이고, 이로 인해 위와 같은 입찰가 상승국면은 재개된다. 이렇게 해서 위치 1,2의 가격은 10원과 76원 사이에서 순환을 하게 될 것이다. 실제로 아래에서 보이는 바와 같은 가격 순환의 추이가 관찰 되었다.

Overture 데이터를 통한 1주일 간의 가격추이



출처: Edelman and Ostrovsky(2007).

이러한 순환으로 인해 광고주들은 가격을 자주 조정해야 하므로 입찰에 소요되는 시간비용이 증가한다. 또 많은 경우 서치엔진의 수입 또한 감소하

게 된다는 사실을 보일 수 있다.⁸⁾ 이러한 가격 순환의 근본요인은 바로 광고주들이 자신의 가격을 낮추기 위해 계속적으로 가격을 조정하려 한다는 데 있다. 위의 예에서 광고주 A는 가격을 낮추기 위해 광고주 B의 입찰가 바로 위로 자신의 입찰가를 낮추려 하고, 이는 입찰가 순환을 야기한다.

위와 같은 문제를 해결한 경매제도 중의 하나가 바로 GSP 경매방식이다. GSP 방식에서는 각 위치를 차지한 광고주가 자신의 입찰가가 아니라 다음 위치를 차지한 광고주의 입찰가를 내게 되어 있다. 따라서 주어진 위치를 차지한 광고주는 자신의 위치를 바꾸려 하지 않는 한, 자신이 내는 가격에 영향을 끼칠 수 없다. 이는 위 예의 광고주들과 같이 자신의 가격을 낮추기 위해 끊임없이 새로운 입찰가를 제시하는 문제를 사라지게 만든다. Overture는 2002년부터 이 GSP 방식을 채택하였다.

또한 비슷한 시기에 GSP 방식을 채택한 Google은 그 초기부터 광고주들의 품질지수(quality index)를 순위와 가격결정에 반영하여 왔다. 2007년 경부터는 Overture를 인수한 Yahoo!, Microsoft와 같은 검색엔진에서도 Google과 유사한 방식으로 품질지수를 반영한 GSP 방식을 이용하고 있다.

2. GSP 경매 모형

이 절에서는 기본적인 GSP 경매 모형을 소개한다. 이 모형은 4절의 균형분석을 위한 기본모형이 될 것이다. 이 모형은 실제 검색광고에서 중요하게 작용하는 품질지수를 고려하고 있지 않으며 이는 5절에서 자세하게 논의될 것이다.

1) 경매환경

주어진 하나의 검색광고가 있어, 전체 S 개의 위치가 $N > S$ 명의 광고주들에게 판매되고 있다고 하자. $s = 1, \dots, S$ 는 각 위치를, $n = 1, \dots, N$ 은 각 광고주를 나타낸다. 또한 (표기를 다소 남용하여) S 와 N 으로 하여금 각각 전체 광고주와 위치를 포함하는 집합을 나타내게 하자. 광고주 n 의 클릭당

8) 수입 감소에 대한 자세한 분석을 위해서는 Edelman and Ostrovsky(2007)을 보라.

가치는 v_n 으로 표기된다. 검색이 이루어져 광고주 n 의 광고가 위치 s 에 나타났을 때 그 위치가 클릭될 확률(Click-Through Rate 앞으로 CTR)은 위치로 인한 요소(c_s)와 광고주로 인한 요소(e_n)의 곱인 $c_s e_n$ 으로 주어진다고 가정한다. 여기서 c_s 는 광고주와는 무관하게 위치에만 의존하는 요소이며 위치가 높을수록, 즉 s 가 작을수록 그 값이 커진다고 가정한다. (그리고 $s > S$ 에 대해서는 $c_s = 0$ 로 놓는다.) 같은 위치에 놓인 광고주들 일지라도 각 광고주의 웹사이트와 해당 검색어 사이의 연관성(relevance)에 따라 클릭수가 달라질 수 있을 것이다. 여기서 e_n 은 광고주 n 의 클릭 발생능력을 나타내는 값으로, 이 값이 크다는 것은 해당 광고주의 웹사이트가 주어진 검색어와 높은 연관성을 가지고 있어서 더 많은 클릭을 유도하는 것으로 해석할 수 있다. 지금까지 주어진 모든 값들은 전체 광고주들에게 공통적으로 알려진(commonly known) 정보라고 가정한다. 이 가정은 v_n 이나 e_n 과 같은 값들이 각 입찰자에게만 알려진 정보일 수 있기 때문에 논쟁의 여지가 있을 수 있다. 그러나 이러한 가정의 근거로써 반복적인 입찰경쟁을 통해 서로의 입찰행위를 관찰할 기회가 많은 광고주들 사이에는 상대에 대한 비교적 정확한 정보가 공유되어 있을 수 있다는 점을 들 수 있다. 또한 3절에서 보게 될 균형상황에서는 각 광고주들이 상대의 주어진 입찰전략에 대해 자신에게 최적이 되는 전략을 선택하게 될 것인데, 이 전략은 입찰자들이 서로에 대해 가지고 있는 정보의 유무에 상관없이 균형을 형성함을 확인할 수 있다.

위의 모형은 한 검색어 내에서 게시된 여러 광고들 간에 외부효과가 전혀 없다고 암묵적으로 가정하고 있다. 즉, 한 광고가 받을 수 있는 클릭이 함께 게시된 다른 광고가 무엇이나에 관계없이 주어진다. Jeziorski and Segal(2009)은 검색키워드의 한 impression에서 나타나는 서로 다른 광고들 사이에 외부효과가 존재하는지를 고찰하였다. Jeziorski and Segal(2009)은 인터넷 사용자의 수요함수를 설정하고 Microsoft의 Live AdCenter 데이터를 이용하여 온라인 광고에 대한 인터넷 사용자들의 수요를 추정하였다. 그들은 인터넷 사용자들의 수요가 상대적으로 안정적일 것으로 판단되는 “games”, “weather”, “white pages”, “sex”의 네 가지 검색어(query)를 설정하고, 각 검색어 당 게재된 광고 사이트 및 각 사이트

당 검색회수 데이터를 이용하여 설정된 수요함수를 추정하였다. Simulated GMM⁹⁾ 이라는 계량경제학적 방법을 사용하여 광고 및 위치에 따른 고정효과(fixed effect), 각 광고 간의 대체효과(substitutability), 인터넷 이용자들 간의 이질성(heterogeneity)을 추정했는데, 그 결과 각 impressions 당 특정 광고가 클릭되는 회수는 같은 impression의 다른 위치에 게재되는 광고의 종류에 따라 현저하게 차이가 남을 보이고 있다. 모델에 의해 추정된 클릭회수와 추정된 수요함수를 통한 가상 실험(counter-factual analysis)은 이러한 음의 외부효과가 보다 경쟁력을 갖춘 광고 사이트가 있을 때 더욱 심화됨을 보이고 있다. 이러한 외부효과를 반영한 검색광고 모형을 구축하기 위해서는 인터넷 사용자의 클릭수요에 대한 구체적인 논의가 필요하기에 본 논문에서는 생략하도록 한다.

2) 효율적인 위치배정

위와 같은 상황에서 주어진 검색어의 위치를 가장 효율적으로 - 즉 전체 광고주들이 전체 위치들로부터 받을 총 가치를 극대화하게끔 - 배정하는 방식은 다음과 같다. $\pi: S \rightarrow N$ 를 각 위치를 광고주에 배정하는 함수라고 하자.(즉, $\pi(s) = n$ 는 위치 s 를 광고주 n 에게 배정함을 의미한다.) 배정 방식 π 하에서 생성되는 전체 가치는

$$\sum_{s=1}^S c_s e_{\pi(s)} v_{\pi(s)}$$

로 주어진다. 즉 위치 s 가 입찰자 $\pi(s)$ 에게 배정될 때 생성되는 가치는 $c_s e_{\pi(s)} v_{\pi(s)}$ 이므로 전체 가치는 이를 모든 위치에 걸쳐 합한 값이다. 이 값을 극대화하는 함수 π 를 찾아 이에 따라 배정하는 것이 바로 효율적인 위치배정이 될 것이다. 한 가지 분명한 사실은, 효율적인 위치배정에서는 각 광고주 n 이 창출할 수 있는 가치인 $e_n v_n$ 의 크기에 따라 위치를 배정해야 한다는 것이다. 즉 어떤 광고주가 다른 광고주보다 더 많은 가치를 창출할 수 있다면 더 높은 위치를 배정받아야 한다. 이제 클릭당 가치의 백

9) 이에 대한 이론적은 설명은 Pakes and Pollard(1989)를 참고하라.

터가 $v = (v_1, \dots, v_N)$ 로 주어진 상황에서 이러한 효율적인 위치배정에 해당하는 함수를 $\pi_v^*(\cdot)$ 로 표기하자.

3) GSP 경매방식

경매방식을 설명하기 전에, 우리가 여기서 언급하는 GSP 경매모형은 실제의 GSP 경매를 정적인(static) 형태로 이해한 결과임을 유의할 필요가 있다. 즉 광고주들이 단 1회 입찰경쟁을 하는 것으로 가정한다. 우선, 자신의 광고가 검색결과에 나타나기를 원하는 각 광고주 n 은 자신의 입찰가 b_n 을 제시한다. 이때, 입찰가가 가장 높은 광고주부터 시작하여 오름순으로 위치를 배정한다.¹⁰⁾ 광고주들을 입찰가 순으로 재배열(relabel)하여 그 입찰가가 $b_1 \geq b_2 \geq \dots \geq b_N$ 과 같이 주어졌다고 할 때, 광고주 1부터 S 까지는 각각 위치 1부터 위치 S 를 배정받고 나머지 광고주는 아무런 위치도 배정받지 못한다. p_n 을 광고주 n 이 지불하는 클릭당 가격이라고 하면, 위치 s 를 차지하는 광고주 즉 광고주 s 는 클릭당 $p_s = b_{s+1}$ - 즉 위치 $s+1$ 를 차지한 광고주 $s+1$ 의 입찰가 - 을 지불한다.(여기서 편의상 최저가격은 0로 주어져 있다고 가정한다.) 이로부터 광고주 s 가 얻을 수 있는 보수(payoff)는, 클릭 1회당 얻을 수 있는 순수익($v_s - p_s$)과 클릭수($c_s e_s$)를 곱한 값

$$c_s e_s (v_s - p_s) = c_s e_s (v_s - b_{s+1})$$

으로 주어진다.

3. GSP vs. VCG(Vickrey-Clark-Groves) 경매제도

본 절에서는 이차가격 경매를 확장한 또 다른 형태인 Vickrey-Clark-Groves(앞으로 VCG로 언급) 경매제도를 소개하고 위에서 언급한 GSP 경매와 비교하여 그 장단점을 살펴 보고자 한다.

10) 입찰가가 동일한 광고주들 사이에는 더 낮은 숫자의 광고주가 tie-breaker에서 승리한다고 가정한다.

1) VCG 경매제도

VCG 경매는 매우 일반적인 경매상황에 적용될 수 있는 경매형태이지만, 여기서는 VCG 경매가 검색광고 판매에 적용되었을 때 어떤 형태를 띄는가를 보도록 한다. 우선, 각 광고주들로 하여금 입찰가를 제시하도록 한다. 입찰가 벡터가 $b = (b_1, \dots, b_N)$ 로 주어지면 이를 광고주들의 클릭당 가치인 것처럼 받아들이고, 아래의 규칙에 따라 위치와 가격을 결정한다. (실제 클릭당 가치는 검색엔진 즉 경매인에게는 알려져 있지 않은 정보임을 유의하라.) 우선 총 가치를 가장 극대화하는 배정방식 즉 $\pi_b^*(\cdot)$ 를 찾아내어 이에 따라 위치를 배정한다. 그리고 각 광고주 n 이 내는 가격은 다음과 같이 결정한다. 우선, $\pi_b^*(\cdot)$ 하에서 광고주 n 을 제외한 나머지 광고주들이 얻게 되는 총 가치를 계산한다. 또한, 광고주 n 과 그의 입찰가를 제외한 후 나머지 광고주들과 그들의 입찰가만을 고려한 상황에서 효율적인 위치배정을 다시 찾아내어 이 배정 하에서 n 을 제외한 광고주들이 얻게 되는 총 가치를 계산한다. 이렇게 구한 총 가치는 앞서 구한 총 가치보다 더 큰 (혹은 동일한) 값을 가지게 될 것이다. 광고주 n 은 이 두 가치의 차이에 해당하는 만큼을 가격으로 지불한다.(여기서의 가격은 클릭당 가격이 아니라 지불 총액이 된다.) 즉 각 광고주는 자신의 입찰가로 인해 다른 광고주들이 누리는 가치가 줄어드는 만큼을 가격으로 지불하게 되는 것이다. 위치가 하나 있을 때 - 즉 $S=1$ 일때 - 방금 설명한 VCG 경매 규칙은 이차가격 경매와 동일하게 되는 것을 쉽게 확인할 수 있다. 따라서 VCG 경매는 이차가격 경매를 복수재화로 확장한 또 하나의 형태로 볼 수 있는 것이다.

위와 같은 VCG 경매의 지불방식은, 각 광고주가 최적입찰가를 선택함에 있어 자신의 입찰가가 다른 광고주들이 누리는 가치에 미치는 외부효과를 충분히 고려하게 만든다. 이 사실을 이용하면, 각 광고주 n 의 최적전략은 자신의 클릭당 가치 v_n 을 입찰가로 내놓는 것이라는 사실을 보일 수 있다.¹¹⁾ 그리고 이 전략은 상대 광고주들의 전략이 무엇이든 상관없이 항상 광고주 n 에게 최선의 결과를 가져다주는 우월전략(dominant strategy)¹²⁾ 이라

11) 이를 위한 엄밀한 논증을 위해서는 Milgrom(2004)의 2장을 참고하라.

12) 우월전략을 엄밀히 정의하자면, 주어진 경기자의 우월전략은, 상대방이 어떤 전략을 채택하든지, 자신의 모든 다른 전략과 비교하여 더 높거나 동일한 보수를 그 경

는 사실도 함께 보일 수 있다. 우월전략의 존재는 경매게임에 참여하는 광고주들이 전략적인 상호작용을 함에 있어서 고려해야 되는 여러 복잡한 요소를 상당 부분 제거하여 준다. 이는 각 광고주가 상대방이 어떤 정보를 가지고 있든 어떤 행동을 취하든 지에 관계없이 자신의 보수(payoff)를 극대화하는 전략이 무엇인지만 파악하면 되기 때문이다. 아래의 4절에서 살펴보게 되겠지만, GSP 경매에는 이러한 우월전략이 존재하지 않으며, 복수의 내쉬균형(multiple Nash Equilibrium)만이 존재한다. 내쉬균형전략에서는 각 경기자의 전략이 상대방의 균형전략에 대해서만 최적전략이 되기 있기 때문에, 상대방이 어떤 전략을 취할지에 대한 전략적인 고려가 더욱 복잡해진다.

2) VCG 경매제도의 단점

위와 같은 VCG 경매의 장점에도 불구하고, 실제(검색광고판매)에서 VCG 경매가 사용되지 않는 이유로 다음과 같은 것들을 들 수 있다. 첫째, 현실적으로 실행하기가 용이하지 않다. 우선 경매 규칙이 투명하게 전달이 되지 않을 가능성이 높다. 위에 설명된 규칙에서 알 수 있듯이 지불 금액을 계산하는 방식이 광고주들에게는 꽤 복잡하게 비칠 수 있다. 이는 광고주들로 하여금 자신의 가치를 입찰가로 적어내는 우월전략을 이해하는 것을 힘들게 하고, 이로 인해 우월전략의 존재가 가져다주는 긍정적인 효과가 반감될 수 있다. 이에 반하여 GSP 경매에서의 위치 및 가격결정 방식은 비교적 평이하게 이해될 수 있을 것이다. 또한, VCG 경매에서는 광고주들이 균형입찰가를 통해 자신의 가치를 그대로 드러내는 데 대해서 부담을 느낄 수도 있다. 그렇게 드러난 자신의 사적인 정보(private information)가 차후 자신에게 불리한 방향으로 이용될 수도 있기 때문이다. 둘째, 이론적인 관점에서 볼 때에도 다음과 같은 약점들을 안고 있다. 우선, VCG 경매에서는 그 특유의 가격 계산방식으로 인해 광고주들의 숫자나 그들의 클릭당 가치가 증가함에도 불구하고 경매수입이 오히려 줄어들 수도 있다. 이를 이용하여 가격을 조작하는 것도 가능하다. 예를 들어, 어느 광고주가 “지푸라기 입찰자(shill bidder)”를 추가함으로써 자신의 지

기자에게 가져다 주는 전략으로 정의된다. 우월전략균형과 내쉬균형에 대해 더 알기를 원하면 김영세(2008)을 참고하라.

불가격을 아주 낮아지게 하는 것이 - 심지어 0으로 낮추는 것이 - 가능하다.

GSP 경매는 위와 같은 VCG 경매의 단점을 극복할 수 있는 형태임과 동시에, VCG 경매의 장점을 상당부분 물려받고 있다. 우선, 각 광고주가 자신의 지불가격을 결정할 수 없다는 사실 때문에, 전략수립에 있어서 어느 위치를 차지할 것인가에만 초점을 맞출 수 있고 이는 전략적인 고려의 복잡성을 상당 부분 완화하여 준다. 더 중요한 점은, 검색엔진이 GSP 경매로부터 기대할 수 있는 수입은 VCG 경매의 수입과 비교하여 결코 낮지 않다는 사실이다. 다음 절에서 우리는 GSP 경매의 복수균형에서 나오는 수입들 중 가장 낮은 수준의 수입이 VCG 경매의 우월전략에서 나오는 수입과 일치한다는 사실을 확인하게 될 것이다.

4. GSP 경매의 균형

본 절에서는 2절에서 설명한 모형을 이용하여 GSP 경매의 균형을 구하고 그 특성들을 파악하고자 한다.

1) Envy-Free 내쉬균형전략

GSP 경매에는 우월전략이 존재하지 않는다. 다시 말해, 주어진 광고주의 최적전략은 상대가 어떤 전략을 사용하느냐에 따라 달라진다. 이러한 관점에서 우리는 내쉬균형전략이 무엇인지를 탐구한다. 내쉬균형은 경기자들(여기서는 광고주들)이 구사하는 전략이 상호간에 최적이 되는 (mutually optimal) 상황을 가리킨다. 더 구체적으로, 주어진 입찰전략 벡터 $b = (b_1, \dots, b_N)$ 이 내쉬균형을 형성하려면, 각 위치 s 를 차지한 광고주 s 의 입찰가 b_s 가 다른 광고주들의 입찰가 $b_{-s} = (b_1, \dots, b_{s-1}, b_{s+1}, \dots, b_N)$ 가 주어진 상황에서 자신의 보수를 극대화하는 입찰가여야 한다.¹³⁾ 즉, 모든 s 에 대하여

$$c_s e_s(v_s - b_{s+1}) \geq c_t e_s(v_s - b_{t+1}) \text{ for all } t > s$$

13) 여기서 $s > S$ 인 경우에는 $c_s = 0$ 로 놓는다.

$$c_s e_s(v_s - b_{s+1}) \geq c_t e_s(v_s - b_t) \text{ for all } t > s \quad (1)$$

가 성립하여야 한다. 두 부등호의 왼쪽에 있는 표현은 광고주 s 가 균형전략인 b_s 를 구사할 때 얻게 되는 균형보수이다. 첫번째 부등호의 오른쪽에 있는 표현은 광고주 s 가 더 낮은 위치 t 를 얻기 위해 입찰가를 낮출 때 얻게 되는 보수이다. 두번째 부등호의 오른쪽에 있는 표현은 광고주 s 가 더 높은 위치 t 를 얻기 위해 입찰가를 높일 때 얻게 되는 보수이다. 여기서 t 번째 위치를 얻기 위해 입찰가를 b_t 이상으로 높일 때 b_t 는 이제 $t+1$ 번째 입찰가가 되기 때문에 b_t 가 바로 광고주 s 가 내는 가격이 됨을 유의하라. 위의 두 부등호를 만족시키는 모든 입찰가 벡터 $b = (b_1, \dots, b_N)$ 는 내쉬균형을 형성하므로, GSP 경매에는 이러한 내쉬균형 전략벡터가 수없이 많이 존재한다는 사실을 알 수 있다. 불행하게도, 이 균형들 어느 하나를 가장 유력한 것으로 선택할 수 있게끔 허락하는 기준은 아직 제시되지 않았다. 그러나, 내쉬균형들 중에서 다음의 조건을 만족시키는 균형들을 “Envy-Free”라고 부르며, 기존의 GSP 경매 연구에서는 이 Envy-Free 균형들을 다른 내쉬균형에 비해 더 타당한 균형으로 간주한다. 다시 말해, 주어진 입찰전략 벡터 $b = (b_1, \dots, b_N)$ 가 있을 때, 각 광고주 s 는 다른 광고주 t 의 “처지”를 탐내서는 안된다. 따라서 각 s 에 대하여

$$c_s e_s(v_s - b_{s+1}) \geq c_t e_s(v_s - b_{t+1}) \text{ for all } t \quad (2)$$

가 성립하여야 한다. 위 식에서 부등호의 오른쪽에 있는 식은 광고주 s 가 광고주 t 가 차지했을 자리를 대신 차지하고 t 가 냈을 클릭당 가격 b_{t+1} 을 내는 경우 달성할 수 있는 보수를 나타낸다. 이 식은 위의 식 (1)과 비교했을 때, 광고주 s 가 더 높은 자리 $t < s$ 로 이탈했을 때 얻는 보수에 있어서 차이가 남을 유의하라. $b_{t+1} \leq b_t$ 이므로 식 (2)가 성립하면 식 (1) - 특히 두번째 부등호 - 도 성립하게 된다. 이러한 의미에서 (2)에 정의된 Envy-Free 내쉬균형은 (1)의 내쉬균형보다 더 협소한, 혹은 더 강화된 균형개념이라 할 수 있다. 물론 위 부등식으로부터 알 수 있듯이 Envy-Free 내쉬균형도 무수히 많이 존재한다. 그리고 Envy-Free 내쉬

균형 가격을 경쟁시장가격으로 해석하는 것이 가능하다. 즉 각 위치 s 를 하나의 재화로 보고 그 재화에 매겨진 경쟁시장가격을 b_{s+1} 이라고 한다면, 위 식 (2)는 임의의 재화 s 를 구매하는 소비자는 자신의 효용을 극대화하고 있어야 함을 가리킨다.

위의 균형조건 (2)를 이용하여 다음과 같은 사실들을 보일 수 있다.¹⁴⁾ 첫째, $v_1 \geq v_2 \geq \dots \geq v_N$ 이 성립한다. 즉, 더 높은 위치를 차지한 입찰자가 더 큰 클릭당 가치를 가지고 있다. 이는 만약 모든 입찰자들이 동일한 클릭 발생 능력을 가지고 있다면 e_n 이 동일하다면 위치배정이 효율적으로 이루어지고 있음을 의미한다. 둘째, 각 광고주 s 가 한 위치 위 혹은 한 위치 아래로 내려가는 것을 더 선호하지 않으면 다른 모든 위치들에 대해서도 같은 사실이 성립한다. 즉 (2)의 부등호가 t 가 $s-1$ 일 때와 $s+1$ 일 때만 성립하면 다른 모든 t 값에 대해서도 성립한다. 이를 이용하여, 광고주 $s-1$ 이 위치 s 로 내려가는 것을 더 선호하지 않는다는 조건으로부터

$$c_{s-1}e_{s-1}(v_{s-1} - b_s) \geq c_s e_{s-1}(v_{s-1} - b_{s+1}) \quad (3)$$

을, 광고주 s 가 위치 $s-1$ 로 올라가는 것을 더 선호하지 않는다는 조건으로부터

$$c_s e_s(v_s - b_{s+1}) \geq c_{s-1}e_s(v_s - b_s) \quad (4)$$

을 얻을 수 있다. 정리하자면, (3)과 (4)의 두 부등식이 모든 s 에 대해 성립하면 부등식 (2)가 성립하게 되어, 이 두 부등식은 Envy-Free 내쉬 균형을 위한 필요충분조건이라고 할 수 있다.

GSP 경매에서는 이차가격 경매와 달리 가치입찰이 내쉬균형이 되지 않을 수 있다. 이를 보기 위해 나온 다음의 예를 고려하자.¹⁵⁾ 두 위치가 판매되고 있는 GSP 경매에, 각각 100, 40, 20원의 클릭당 가치와 동일한

14) 증명을 위해서는 Edelman, Ostrovsky, and Schwarz(2007) 혹은 Varian (2006)을 참고하라.

15) 이는 Edelman, Ostrovsky, and Shwarz(2007)의 예를 약간 수정한 것이다.

CTR 계수 $e_n = e$ - 편의상 $e = 1$ 라고 하자 - 를 가진 세 광고주 - 광고주 1, 2, 3 - 가 입찰자로 참여하고 있다고 하자. 위치 1, 2의 클릭수는 각각 $c_1 = 20$, $c_2 = 17$ 로 주어져 있다. 모든 광고주가 가치입찰을 하는 상황을 생각하자. 이때 광고주 1은 100원을 입찰하고 광고주 2의 입찰가인 40원의 클릭당 가격에 위치 1을 차지하므로 $(100 - 40) \times 20 = 1200$ 원의 보수를 얻게 된다. 만약 광고주 1이 입찰가를 낮추어 30원을 입찰한다면 위치 2를 차지함과 동시에 20원의 클릭당 가격을 지불하게 되므로 $(100 - 20) \times 17 = 1360$ 원의 보수를 얻게 되어 가치입찰을 할 때 보다 더 높은 보수를 얻을 수 있다. 이러한 상황은 입찰자들 간의 클릭당 가치는 다소 차이가 나지만 위치간의 클릭수는 큰 차이가 나지 않는 경우에 종종 발생할 수 있다. 그러나 이와 같이 가치입찰이 최적이지 아닐 수도 있으나, 많은 경우에 최적입찰가와 비교하여 큰 보수의 차이를 보이지는 않을 것이다. 따라서 광고주의 입장에서는 가치입찰이 매우 단순하면서도 효과적인 “경험법칙(rule of thumb)”으로 채택할 수 있는 입찰전략이라고 볼 수 있겠다.

위에 제시된 균형조건 (2)를 살펴 보면, 각 광고주 s 가 상대방의 입찰가만 관찰할 수 있다면 자신의 최적전략을 찾는 일은 비교적 쉬울 것이라는 사실을 알 수 있다. 실제 검색광고 경매에서는 반복적인 입찰을 통해 다른 광고주들의 입찰가를 비교적 정확히 관찰할 수 있다는 사실을 감안하면, 여러번 입찰이 반복된 이후에는 각 입찰자가 (2)를 만족하는 균형전략 중 하나를 사용해야 할 것이라고 예측해 볼 수 있다. 한 가지 해결되지 않은 문제는 (2)를 만족하는 무수히 많은 Envy-Free 내쉬균형들 중에서 어떤 균형이 실제로 선택될 것인가 하는 문제이다. 이에 대한 해답을 찾기 위해 Edelman, Osbrowsky and Schwarz(2007)는 GSP 경매의 동적 형태(dynamic version)를 고려함과 더불어,¹⁶⁾ 각 광고주가 자신의 클릭당 가치만을 알고 있다고 가정한다.¹⁷⁾ 이 상황에서 그들은, (대칭적) 내쉬균형은 유일하게 존재한다는 사실을 보이며 또한 그 균형에서 각 광고주

16) 자세한 것은 해당 논문을 참고하라.

17) 게임이론의 용어를 빌리자면, 각 광고주의 클릭당 가치는 자신의 사적인 정보(private information)에 해당한다. 경기자들이 이렇게 사적인 정보를 가지고 있는 게임을 “불완비 정보 게임(games with incomplete information)”이라고 부른다. 김영세(2008)을 참고하라.

가 내는 가격은 VCG 경매에서의 가격과 정확하게 일치함을 보인다. 이는 매우 흥미로운 결과이나, 이 논문에서 고려하는 동적인 형태의 GSP 경매는 실제 GSP 경매와는 다소 괴리가 있다. 이러한 관점에서 볼 때, GSP 경매의 복수균형 중 어떤 균형이 실제로 많이 선택될지의 문제는 아직도 연구과제로 남아 있다고 할 수 있겠다.

2) 균형 경매수익

앞에서 발견한 균형전략을 이용하면 GSP 경매의 균형수익에 관한 예측을 하는 것이 가능하다. 우선 부등식 (3)과 (4)를 한꺼번에 다시 쓰면,

$$(c_{s-1} - c_s)v_{s-1} + c_s b_{s+1} \geq c_{s-1} b_s \geq (c_{s-1} - c_s)v_s + c_s b_{s+1} \quad (5)$$

로 쓸 수 있다. b_{s+1} 가 주어졌을 때, (5)의 맨 왼쪽에 있는 식은 균형 입찰가 b_s 의 상한값에, 맨 오른쪽에 있는 식은 b_s 의 하한값에 해당한다. 만약 위치 $s-1$ 의 가격인 b_s 가 하한값보다 낮으면 광고주 s 가 위치 $s-1$ 로 올라가는 편을 더 선호할 정도로 위치 $s-1$ 의 가격이 지나치게 낮다는 것을 의미하고, b_s 가 상한값보다 높으면 광고주 $s-1$ 이 위치 s 로 내려가는 편을 더 선호할 정도로 위치 $s-1$ 의 가격이 지나치게 높다는 것을 의미한다. (5)의 부등식은 균형에서 이 두가지 일탈행위가 있어서는 안 될 것을 요구한다. (5)를 이용하면 Envy-Free 내쉬균형에서 달성할 수 있는 경매 수익의 하한과 상한을 쉽게 계산할 수 있다. 예를 들어, 하한을 계산하기 위해, (5)에 있는 부등식 중 오른쪽 부등식을 모든 s 에 대해 등호로 놓아

$$c_{s-1} b_s = (c_{s-1} - c_s)v_s + c_s b_{s+1} \quad (6)$$

를 얻은 후 이로부터 b_s 값들을 반복적으로(recursively) 구해내면 된다. 우선 $s = S+1$ 일때, $c_{S+1} = 0$ 를 이용하면 식 (6)은 $c_S b_{S+1} = c_S v_{S+1}$ 즉 $b_{S+1} = v_{S+1}$ 이 된다. (7)을 반복적으로 적용하면 각 $s \leq S$ 에 대해 다음과 같은 식을 얻을 수 있다.

$$c_s b_{s+1} = \sum_{t=s+1}^{S+1} (c_{t-1} - c_t) v_t. \quad (7)$$

이제 모든 광고주별 CTR이 $e_n = e$ 로 동일하다고 하자. 식 (7)의 좌우에 e 를 곱했을 때, 등호 왼편 식은 광고주 s 가 내는 총액이 된다. 그리고 등호 오른편 식은 광고주 s 가 아래자리들로 밀어낸 광고주들 - 즉 광고주 $s+1$ 부터 $S+1$ - 이 잃어버리는 가치를 나타내게 된다. 즉 광고주 s 는, 자신이 있음으로 인하여 다른 광고주들이 누리는 가치가 줄어드는 만큼을 가격으로 지불한다. 이는 3절에서 논의한 VCG 경매에서 광고주 s 가 내는 가격과 동일함을 알 수 있다. 따라서 GSP 경매의 수익은 그 값이 최소화 되는 균형에서는 VCG 경매의 수익과 동일하며 그 외의 균형에서는 더 크다는 사실을 알 수 있다.¹⁸⁾

5. 품질지수

본 절에서는 현실적인 검색광고 경매에서 중요한 역할을 하지만 앞의 모형에서는 고려되지 않은 측면인 품질지수에 관하여 살펴보도록 한다.

2절의 GSP 경매모형에서는 위치배정과 가격을 결정하는 데 있어 광고주들의 입찰가만을 이용하고 있다. 이 GSP 경매방식은 2007년까지 Yahoo!에서 사용해 왔던 경매를 모형화한 것으로 볼 수 있다. 2007년 이후의 Yahoo! 경매나 2002년부터 시작된 Google 경매에서는 순위와 가격을 결정함에 있어 광고주들 간의 “광고품질” - 예를 들어 광고주별 CTR계수 e_n - 의 차이를 차별적으로 반영해 왔다. 통상적으로 “품질지수”가 높은 광고주가 순위와 가격의 결정에 있어 더 유리한 입장에 서게 된다. 광고품질을 고려하는 이유로는 다음과 같은 것들을 들 수 있다. (i) 검색엔진의 광고수입은 클릭당 가격뿐만 아니라 각 광고주가 얼마나 많은 클릭을 유도할 수 있는가에 의해서도 결정된다. 다시 말해, 위치에서 오는 요소를 배제한

18) 여기에서 e_n 이 광고주마다 다를 경우에는 (8)에 주어진 값은 VCG 경매 가격과 동일할 수 없다. 그러나 5절에서 논의하듯이, 기본적인 GSP 경매를 약간 변형하여 각 광고주 n 의 입찰가에 e_n 만큼의 가중치를 부여할 경우, 그러한 GSP 경매의 최소수익은 다시 VCG 경매 수익과 동일할 것이다.

다면 광고주 n 으로부터 거둘 수 있는 광고수입은 $e_n p_n$ 으로 주어진다. (ii) 개별 광고의 품질이 함께 게시된 다른 광고들에 미치는 외부효과이다. 검색어와의 연관성이 떨어지는 어느 광고가 있을 경우, 그 광고뿐만 아니라 해당 검색어 자체의 효용성을 떨어뜨릴 수 있기 때문이다. (iii) 아래에서 보게 되겠지만, 순위와 가격의 결정에 있어 광고 품질을 고려하는 것은 광고주들을 대상으로 “가격차별(price discrimination)”을 함으로써 더 높은 광고수익을 올릴 수 있게 하는 유용한 수단이 될 수 있다.

품질지수를 측정하는 데에는 여러가지 요소가 개입될 수 있지만, 광고주별 CTR인 e_n 의 값이 가장 중요한 요소로 작용한다. 이에 따라 여기서는 광고주 n 의 품질계수를 e_n 의 함수 $w_n(e_n)$ - 앞으로는 e_n 을 생략하고 단순히 w_n - 으로 놓도록 하자. 이 품질지수는 앞서 살펴본 GSP 경매에 다음과 같이 반영된다. 각 광고주의 입찰가 b_n 이 주어지면 가중치 w_n 을 곱하여 “품질지수에 의해 조정된 입찰가”인 $w_n b_n$ 의 순서로 위치를 배정한다. 그리고 각 광고주가 내는 가격은 자신이 다음 위치를 얻기 위해 필요로 했을 최소 입찰가로 한다.¹⁹⁾ 즉, 입찰자들을 재배열하여 $w_1 b_1 \geq \dots \geq w_N b_N$ 라고 놓으면, 위치 s 를 차지하는 광고주 $s \leq S$ 는 $p_s = \frac{w_{s+1} b_{s+1}}{w_s}$ 를 내게 된다.²⁰⁾ 이에 따라 광고주 s 의 보수는

$$e_s c_s (v_s - p_s) = e_s c_s \left(v_s - \frac{w_{s+1} b_{s+1}}{w_s} \right)$$

로 주어진다. 이로부터, 3절에서와 유사하게 Envy-Free 내쉬균형 전략 $b = (b_1, \dots, b_N)$ 을 다음과 같이 구할 수 있다. 즉, 모든 s 에 대하여

$$e_s c_s \left(v_s - \frac{w_{s+1} b_{s+1}}{w_s} \right) \geq e_s c_t \left(v_s - \frac{w_{t+1} b_{t+1}}{w_s} \right) \text{ for all } t. \quad (8)$$

19) 이와 같이 “품질지수에 의해 조정된 입찰가”를 정하는 이론의 기원은 Che(1993)의 “점수제 경매이론(scoring auction)”에서 처음 발견된다.

20) 여기서 $w_s p_s = w_{s+1} b_{s+1}$ 즉 광고주 $s+1$ 의 “품질지수에 의해 조정된 입찰가”와 같아진다.

가 성립한다. 이로부터 균형 위치배정에서는 다음과 같은 사실이 성립함을 보일 수 있다:

$$w_1 v_1 \geq w_2 v_2 \geq \dots \geq w_N v_N \quad (9)$$

따라서 효율적인 위치배정 - $e_n v_n$ 이 높은 광고주를 높은 위치에 배정 - 을 위해서는 $w_n = e_n$ 으로 놓을 필요가 있다. 또한 (9)를 이용하여, (8)에서와 동일한 방식으로 광고주 s 가 내는 최소균형가격을 구하기 위한 공식을 다음과 같이 얻을 수 있다.

$$w_s c_s b_{s+1} = \sum_{t=s+1}^{S+1} w_t (c_{t-1} - c_t) v_t \quad (10)$$

여기서 $w_s = 1$ 로 놓을 경우 즉 품질지수를 반영하지 않을 경우 위 식은 (7)과 동일해진다. 반면 $w_s = e_s$ 로 놓을 경우 위 등호의 왼편 식은 광고주 s 가 지불하는 총액이 되며, 오른편 식은 s 에 의해 아랫자리로 밀려난 광고주들이 잃어버리는 가치, 즉 s 가 VCG 경매에서 내는 가격과 동일하게 된다. w_n 을 어떻게 설정하느냐에 따라 (10)의 경매수익이 달라질 것이다.

Lahaie and Pennock(2007)은 $w_n = e_n^q$, $q \in (-\infty, +\infty)$ 로 주어진 가중치 함수를 고려하여, 상이한 경매환경에서 어떤 q 값이 경매수익을 극대화할 수 있는지를 살펴보고 있다. 경매환경은 (정규분포를 따르는) 클릭당 가치인 v_n 과 광고주별 CTR인 e_n 간의 통계학적인 상관관계(ρ)에 의해 구분된다. 만약 $\rho = 1$ 이라면 - 즉 v_n 과 e_n 이 완벽한 양의 상관관계를 가지고 있는 경우에는 - $q = 0$ 로 놓음으로써 품질지수를 전혀 고려하지 않는 것이 $q = 1$ 로 놓는 것보다 높은 경매수익을 달성함을 쉽게 알 수 있다. 예를 들어, $\rho = 0.4$ 인 경우에는 (계산에 의해) $q = 0.6$ 이 최적값임을 알 수 있다. 이 사실과 효율성을 극대화하는 q 의 값이 1이라는 사실은,²¹⁾ 경매수

21) 식 (10)를 따르는 논의에 의하면, 효율적인 위치배정에서는 $w_n = e_n^q = e_n$ 즉 $q = 1$ 이어야 한다.

익을 극대화하는 것과 효율성을 극대화하는 것은 별개일수 있음을 보여 준다. 또한, Lahaie and Pennock(2007)에 따르면, ρ 가 커질수록 - 즉 양의 상관관계가 강해 질수록 - 최적 q 값은 낮아지는 패턴을 보인다.

최근 들어, 부정클릭을 이용하여 품질지수를 조작하려는 일부 광고주들 - 혹은 광고대행사들 - 이 관찰되어 왔다. 즉 자신의 광고를 인위적으로 클릭함으로써 CTR을 높여 품질지수를 끌어올리는 방법이다. 이 방법은 자신의 광고비용 또한 증가시키기는 하지만, 일단 품질지수가 한 번 올라가면 그로부터 지속적인 혜택을 누릴 수 있으므로 장기적인 관점에서 광고주들에게 이익이 되리라고 예측해 볼 수 있다. 이러한 품질지수의 왜곡을 막기 위해, 품질지수와 CTR간의 관계를 좀 더 느슨하게 - 보다 정확하게 말하자면 위의 모형에서 q 값을 낮게 - 하는 것이 좋을 수도 있다.

IV. 검색광고 경매제도의 문제점과 대안

앞에서는 현행 검색광고제도가 어떻게 작동하는 지를 살펴보고, 그 제도 하에서 입찰자들의 균형 입찰행위, 클릭당 가격형성, 그리고 품질지수가 검색회사 수익성에 미치는 영향에 관해서 살펴보았다. 아래에서는 현행 검색광고 경매제도가 안고 있는 문제점을 살펴 보고 그 대안으로서 부상된 CPT에 대해 잠시 논하고자 한다.

1. 예산제약의 문제

실제의 GSP 경매는 각 광고주들이 일정기간 동안의 예산을 미리 책정해 놓고 이 예산이 소진될 때까지 자신의 광고를 게재할 수 있게 되어 있다. 기존의 경매이론은 예산제약이 있을 때, 경매의 성과가 많이 달라질 수 있음을 보여 주지만,²²⁾ 위와 같은 예산제약이 검색광고 경매에서 어떤 역할을 하는지에 대해서는 아직 알려진 바가 거의 없다. 그러나 연속적인 시간하에서 진행되는 검색광고 경매의 특성상, 예산제약으로 인해 야기되

22) 예를 들어, 경매이론에서 예산제약을 최초로 도입한 Che and Gale(1998)을 보라. Krishna(2002)의 4장은 경매에서의 예산제약 문제를 잘 개관하고 있다.

는 새로운 전략적 이슈를 생각해 볼 수 있다. 그 중 하나는, 주어진 광고주가 상대방의 예산을 소진시키기 위해 “악의적인 입찰(vindictive bidding)”을 할 가능성이다.²³⁾ 예를 들어, 2절의 모형을 좀 더 확장하여 GSP 경매가 1이라는 단위 시간동안 일어난다고 하자. 위치 1을 차지하고 있는 광고주 1의 예산이 5로 책정되어 있고, 균형조건 (5)를 만족시키는 광고주 2의 최적입찰가의 상한과 하한이 4와 6 사이의 값으로 주어졌다고 가정하자. 이때 광고주 2는 상한값인 6을 입찰함으로써 위치 2를 계속 차지함과 동시에 광고주 1의 예산을 일찍이 - 즉 5/6의 시간이 흐른 후에 - 소진시켜 퇴출하게 만든 뒤, 남아 있는 시간 동안 위치 1을 차지하는 전략을 구사할 수 있을 것이다. 또 다른 가능성으로, 광고주 2가 자신보다 낮은 자리에 있어야 할 광고주 3보다 더 낮은 입찰가를 의도적으로 입찰함으로써, 광고주 3을 위치 2로 끌어 올려 그 예산을 일찍 소진시켜 퇴출하게 만든 뒤, 남은 시간 동안 아주 낮은 가격으로 위치 2를 차지하는 전략도 생각해 볼 수 있다. Koh(2009)의 최근 진행중인 연구는 이러한 현상이 상당히 일반적으로 일어날 수 있음을 이론적으로 보여주고 있다.

결론적으로 말해, 예산제약이 입찰자로 하여금 전략적인 입찰행위를 통해 더 높은 자리나 더 낮은 자리를 탈취하게 하려는 유인을 제공해준다는 것이다. 이가 시사하는 바는 앞서의 분석결과와는 달리, 예산제약이라는 현실적인 특성을 고려할 때 실제 입찰행위는 훨씬 더 산만한 경쟁과 빈번한 자리바꿈으로 특징지워 질 수 있다는 것이다. 실제 실시간 연속경매라는 특징과 더불어 예산제약의 문제는 광고주들의 빈번한 순위 변경을 초래하고 있다고 판단된다. 이는, 앞서 실험 보고서에서도 언급한 바와 같이, 현재 NHN의 검색광고 경매를 통해 판매되고 있는 상위 100개 키워드의 평균 포지션 변경빈도를 살펴볼 때 분명하게 드러난다.

	1달간	1주 평균
입찰가 변경빈도	1091회	254회
포지션 변경빈도	14144회	3066회

*위 값들은 2007년 6월 1일-30일에 걸쳐서 계산한 값들임.

23) 사실 이를 “악의적”이라고 부르는 것은 정확하지 않을지도 모른다. 그러한 입찰전략을 구사하는 광고주 자신이 결국 이득을 보기 때문이다.

위에서 자발적인 포지션 변경은 입찰가 변경빈도와 일치한다고 볼 수 있으며, 따라서 비자발적 포지션 변경이 1주당 2812 (=3066-254)회에 이르고 있음을 볼 수 있다. 빈번한 순위 변동은 입찰자들을 광고효과에 대한 불확실성에 직면하게 하고 그에 따른 위험부담을 지게 만듦으로써 지불의사를 낮추는 결과를 초래할 것이다.

2. 부정클릭(Click fraud)

부정클릭이란 사용자, 자동화된 스크립트, 혹은 컴퓨터 프로그램을 동원해서 비합법적인 클릭을 발생시키는 모든 행동들을 지칭한다. 부정클릭은 보통 인터넷 사기로 간주되어 일부국가와 지역에서는 적발시 법적인 처벌(벌금 혹은 형사처벌)이 적용된다.²⁴⁾ 검색회사 그리고 광고주들이 다양한 방법으로 부정클릭을 찾아내는 노력을 하고 있으나 부정클릭을 합법적인 클릭으로부터 구분하는 것은 쉽지 않다. 텍사스에 위치한 ClickForensic 회사에 따르면 약 16.6%의 광고 클릭이 부정클릭으로 볼 수 있다고 한다. Google의 경우 부정클릭률이 0.02% 이하라고 주장하고 있으나 산업관계자들의 의견에 따르면 과소평가된 수치일 가능성이 높다. 이를 테면, Yahoo!의 경우 자신의 부정클릭률을 12-15%로 책정하고 있다. 실제로 Yahoo!의 경우 2005년에 부정클릭과 관련한 집단소송을 당해 4.5백만 달러를 합의금으로 광고주들에게 지불했고, Google도 2006년에 유사한 소송에서 9천만불을 합의금으로 지불하는데 동의 하였다.

그러면 부정클릭의 유형과 동기는 무엇이고, 그것이 현행 검색 경매제도와 어떠한 관련을 가지고 있을까?

먼저 그 유형을 살펴보면 다음과 같다.

- **제휴광고 네트워크에 의한 부정행위:** 가장 보편적인 형태의 부정클릭은 검색회사의 신디케이트, 제휴광고 네트워크, 혹은 검색회사로부터 광고를 받아 광고를 게재하는 출판 사이트들에 의해서 이루어진다. 이와 같은 검색회사의 제휴회사들은 검색회사로부터 광고를 받아서 출판하여, 그 광고가 클릭될 때마다 광고주가 검색회사에 지불하

24) 예를 들어 캘리포니아에서는 penal code 502에 의해 중죄(felony)로 간주되고, 영국에서는 컴퓨터 불법사용법에 의해 처벌이 가능하다.

는 클릭당 가격을 검색회사와 일정한 비율로 나누어 갖게 된다. Yahoo!나 Microsoft와 같은 회사들이 광고 시장점유율을 단기간에 높이는 목적으로 광고 제휴네트워크, 혹은 신디케이션방법을 많이 사용하였고, 이에 대한 대응전략으로 Google도 제휴협정에 상당히 치중하였다. 이 회사들은 클릭수를 많이 발생시킴으로써 수익을 증대시킬 수 있다는 점에 착안하여 botnet등을 사용한다든지, 사용자에게 클릭인센티브를 제공한다든지, 혹은 광고출판 사이트간에 서로 상대방 광고를 클릭한다든지 하는 방법등으로 광고주로부터 부정수익을 착취하고 있다. 캘리포니아에 소재한 Cars.com의 경우 상당부분의 광고 지출이 인도네시아, 체코, 불가리아 등에서 발생한 클릭으로 인한 것으로, 최근에 벌어진 부정클릭의 한 사례라 할 수 있다.²⁵⁾

- **경쟁광고주의 클릭수 부풀리기:** 경쟁광고주의 광고에 인위적인 클릭을 집중시킴으로써 그 광고주의 지출을 증가시키는 행위로서 그 주요 동기는 경쟁광고주의 예산을 소진시키고, 결과적으로 그 광고주가 차지한 자리를 탈취하려는 데 있다. 이와 같은 전략은 앞서 언급한바와 같이 광고주들이 예산을 설정하는 제도하에서는 주효할 수 있다. 단기적으로 검색회사의 수익은 올라갈 수 있지만, 광고주들의 불만과 불건전한 경매환경을 조장하므로써 장기적으로 검색회사의 명예와 수익성을 저해할 수 있다.
- **경쟁광고주의 CTR 내리기:** 현행 제도에 있어, 품질지수가 위치선정에 중요한 역할을 한다. 경쟁광고주의 품질지수를 내리는 한가지 방법은 그의 품질지수의 중요한 부분인 CTR을 낮추는 것인데, 이는 상대방 광고를 게재한 키워드 검색을 반복적으로 함으로써 일어날 수 있다. CTR 조작은 검색회사의 품질지수의 유효성을 저해하게 되므로 효율적인 광고배정 그리고 검색회사 수익성에도 장기적으로 부정적인 효과를 가져올 수 있다.
- **광고주 자신의 클릭수 늘리기:** 광고주가 자신의 클릭수를 인위적으로 늘림으로써, 단기적으로는 많은 지출을 부담하여야 하지만, 자신의 CTR과 품질지수를 높임으로써 장기적으로 입찰액을 낮추면서도

25) 2009년 5월 12일자 뉴욕 타임즈 기사, "Pay-Per-Click Web Advertisers Combat Costly Fraud" 참조.

좋은 위치를 획득할 수 있다. 앞에서 말한바와 같이 광고주의 CTR 조작은 검색회사에 부정적인 영향을 미친다.

- **경쟁 출판사를 겨냥한 부정행위:** 경쟁 출판사를 겨냥하여, 그 출판사에 게재된 광고를 인위적으로 클릭하여, 그것이 마치 그를 게재한 출판사가 부정클릭을 한 것인 것처럼 하여, 경쟁 출판사의 법적인 소송 내지는 경쟁 출판사의 명예실추를 야기하는 행위이다. 많은 출판사 사이트들은 광고에 전적으로 의존한다는 점에 미루어 볼 때, 이와 같은 행위는 상당히 중요할 수 있다. 이론적으로 이러한 부정행위는 검색회사를 대상으로도 일어날 수 있다.

이와 같은 유형에서 드러나는 바와 같이, 부정행위의 많은 부분은 클릭당 가격제도 - 즉 검색광고의 지불이 클릭당 가격으로 결제된다는 사실 - 와 밀접한 관계를 갖고 있고, 나머지 부분은 CTR을 이용한 품질지수를 통해 광고주의 순위를 결정한다는 사실과 밀접한 관련 되어있다.

한편 예산제약 문제에서도 언급한 바와 같이, 부정클릭행위는 예산제약 하에 처한 광고주들로 하여금 수시로 자리를 바꾸게 하는 부작용도 존재한다.

V. 향후 연구의 방향 제시

경매제도의 사용은, 검색엔진이라는 인터넷의 가장 근간이 되는 서비스에 수익모형을 창출하였을 뿐만 아니라, 그 후 계속된 진화 과정을 통하여, 광고의 가격설정, 광고 위치배정, 검색광고 Business model의 개선에 중요한 역할을 담당해 왔다. 이런 맥락에서 볼 때에 Google, Yahoo!, Microsoft 등의 대기업들이 경매 이론가들과 밀접한 관계를 유지하면서, 그들을 통해 지속적인 제도 개선과 새로운 수익모형 개발에 박차를 가하고 있음을 눈여겨 볼 필요가 있다. IT 기술의 지속적인 발전에 병행하여 그 기술적 진보를 수익성장출로 최대한 효과적으로 연결하는 노력이 단기적으로는 향후 3-5년, 장기적으로는 향후 10년 이후의 시장구조와 판도를 결정하리라고 생각된다. 이에 관련하여 필자들의 생각에 의하면 다음 몇가지 영역에 경매이론의 연구가 매우 중요하다고 본다.

- 검색광고 경매의 맞춤형 제도 개발:** 앞서 언급한 바와 같이, 적어도 미국시장에 있어 검색광고 경매제도에 대한 극단적인 변화와 실험의 개연성은 크지 않다고 본다. 전문가들은 이와 같은 의미에서 검색광고 경매제도가 이미 성숙한 단계에 도달하였다고 판단한다. 그러나 경매제도의 성숙도가 그 진화나 개선의 종결을 의미하지는 않는다. 끊임없이 제도의 효율성을 높임으로써 수익성과 광고주 만족을 제고할 수 있기 때문이다.(이와 관련하여, 앞서 언급한 바와 같이 검색광고의 수익성이 display광고 수익성을 아직까지는 상당히 상회하고 있음을 상기해 볼 필요가 있다.) 필자들의 견해에 따르면, 앞으로 언어질 제도 개선의 여지는 경매제도의 환경에 대한 맞춤화에서 찾을 수 있을 것이다. 구체적으로 말해, 최소 입찰가, 그리고 CTR의 품질지수 및 순위지수의 반영 정도 - 다시 말해 광고주의 가격차별 정도 - 를 각 키워드 특성에 맞추어 최대한 효과적으로 디자인 하는 것을 뜻한다. 이와 같이 맞춤형 경매제도를 디자인하기 위해서는, 먼저 엄밀한 클릭/수요체계의 통계적 분석을 통하여 최소 경매가, CTR 등 정책 변수들이 경매행위와 수익성에 어떻게 영향을 미치는가를 규명하는 것이 전제가 되고, 이를 바탕으로 최적결정을 각 키워드상황에 맞추어 제안하고 동시에 연속적인 실험과정을 통해 machine learning하는 알고리즘을 개발하여야 할 것이다.
- 검색광고의 광고 배열 최적화:** 지금까지 대부분의 검색 엔진은 입찰가에 근거하여 입찰가 순의 리스트 형식으로 광고를 배열하였다. 반면, 검색 엔진과 유사한 방식의 검색광고 경매를 채택하고 있는 오픈마켓 등에서는 광고를 나란히 배열하는 병렬 형식과 리스트 형식을 혼합적으로 사용하고 있다. 어떠한 형식의 배열이 더 효과적으로 광고를 전달하고 소비자의 클릭을 많이 유도하는지는 아직 알려져 있지 않다. 광고 판매주의 수익성 측면에서도 리스트형과 병렬형 중 어떤 것이 광고주의 높은 입찰을 유도하며 지불의사를 더 효과적으로 이끌어 낼 수 있는지에 대하여 연구된 바가 없다. 따라서 리스트형과 병렬형을 비교 분석함으로써 광고의 효과적인 전달 뿐만 아니라 광고 판매주의 수익성 향상 방법을 생각해 볼 수 있으리라고 예상된다.
- Display광고 영역에서의 경매이론 적용:** 서론에서 언급한 바와 같

이 IP 주소 targeting과 팝업, 멀티미디어 등의 obtrusiveness의 사용 등 display광고의 기술적인 혁신이 급속도로 이루어지고 있다. 이에 따라서 display광고의 targetability와 수익성이 빠른 시일에 매우 올라가리라고 전망한다. 이와 같이 급변하는 기술적 혁신을 최대한으로 활용하는 경매제도의 개발이 최근 연구의 중심이 되어가고 있다. 마치 GSP가 검색광고 delivery의 패러다임이 된 것처럼, display광고의 delivery에도 새로운 패러다임이 도래할 것으로 믿는데, 이를 개발하는 주체가 선발 주자의 혜택을 누릴 뿐만 아니라 다른 온라인 광고회사의 광고 delivery도 담당하게 되는 전략적 우위를 점할 것으로 생각한다.

- **광고 교환 네트워크의 형성:** 기존의 검색광고 경매는 검색 엔진에서 키워드 검색 시에 노출되는 광고를 주요 판매대상으로 하였다. 그러나 최근 검색회사들은 이러한 검색 엔진에서의 광고 판매에서 더 나아가 제휴 네트워크 사이트들²⁶⁾에 게재되는 키워드 광고도 판매하면서 광고 판매 중개자로서의 역할을 강화해 나가고 있다. Display 네트워크 광고는 이질성의 정도가 큰 상품을 판매한다는 점에서 비교적 동질적이고 광고주들의 선호가 유사한 상품을 판매하던 기존의 검색광고와 차이가 있으며 광고주와 광고 출판사 쌍방을 연결한다는 점에서 양면시장으로 볼 수 있다. 따라서 기본적인 경매상황과는 달리 출판사와 광고주를 효율적으로 연결하고 수익성을 보장하는 우수한 교환제도를 디자인하기 위해서는 경매이론과 매칭이론을 결합하는 새로운 시각과 연구가 필요하다. 특히 최근 개인 정보에 대한 보안이 강화되고 있으므로, 사적 정보를 보호함과 동시에 효율적으로 광고를 매칭하는 것이 앞으로의 과제가 될 것이다.
- **사적 교환 플랫폼(private exchange platform)의 형성:** 검색회사들은 제휴 네트워크 사이트들과 광고주를 연결해주는 서비스를 제공함으로써 엄청난 수익을 누리고 있으나, 한편으로는 규모가 큰 웹사이트 들을 중심으로 가격이 싼 자투리(remnant) 광고를 직접

26) 디스플레이 네트워크는 검색 사이트를 제외한 나머지의 모든 사이트로 구성된 네트워크로 YouTube, New York Times 등의 웹사이트와 개인 블로그 등을 포함한다.

판매하는 사적 교환 플랫폼들이 형성되고 있다.²⁷⁾ 사적인 교환 플랫폼은 기존의 검색광고와 유사하게 실시간 입찰 경매 방식을 채택하고 있으며 광고 출판사와 광고주의 직거래를 통한 중개료의 절약이 가능하고 웹 페이지 이용자의 정보에 대한 관리가 보다 용이하다는 장점을 가지고 있다. 그러나 일정 이상의 규모가 보장되지 않은 웹사이트에서는 사적인 교환 플랫폼을 운영하는 것이 무의미할 수 있다. 따라서 사적 교환 플랫폼의 효율성과 수익성에 대한 검증이 필요할 것이고 사적 교환 플랫폼에서 가장 효과적인 경매제도에 관한 고찰이 있어야 할 것이다.

투고 일자: 2010. 6. 10. 심사 및 수정 일자: 2010. 9. 18. 게재 확정 일자: 2010. 9. 19.

◆ 참고문헌 ◆

- 김영세, 게임이론, 박영사, 2008.
- Che, Y.-K., "Design Competition through Multidimensional Auctions," *RAND Journal of Economics*, Vol. 24, 1993, pp.668-680.
- Che, Y.-K. and I. Gale, "Standard Auctions with Financially Constrained Bidders," *Review of Economic Studies*, Vol. 65, 1998, pp.1-21.
- Edelman, B. and M. Ostrovsky, "Strategic Bidder Behavior in Sponsored Search Auctions," *Decision Support Systems*, Vol. 43, 2007, pp.192-198.
- Edelman, B., M. Ostrovsky, and M. Schwarz, "Internet Advertising and the Generalized Second-Price Auction: Selling Billions of Dollars Worth of Keywords," *American Economic Review*, Vol. 97, 2007, pp.242-259.
- Jeziorsky, P. and I. Segal, "What Makes them Click: Empirical Analysis of Consumer Demand for Search Advertising," Working Paper, Stanford University, 2009.

27) 2011년 2월 27일자 뉴욕 타임즈 기사, "Cutting Out Middleman to Sell Small Ads Online," 참조.

- Koh, Y., "Keyword Auctions with Budget Constrained Bidders," Work in Progress, Columbia University, 2009.
- Krishna, V., *Auction Theory*, Academic Press, 2002.
- Lahaie, S. and D. Pennock, "Revenue Analysis of a Family of Ranking rules for Keyword Auctions," *LACM Conference on Electronic Commerce (EC)*, 2007, pp.50-56.
- Maskin, E. and J. Riley, "Asymmetric Auctions," *Review of Economic Studies*, Vol. 67, 2000, pp.413-438.
- Milgrom, P., *Putting Auction Theory to Work*, Cambridge University Press, 2004.
- Milgrom, P. and R. Weber, "A Theory of Auctions and Competitive Bidding," *Econometrica*, Vol. 50, 1982, pp.1089-1122.
- Myerson, R., "Optimal Auction Design," *Mathematics of Operations Research*, Vol. 6, 1981, pp.58-73.
- Pakes, A. and D. Pollard, "Simulation and the Asymptotics of Optimization Estimators," *Econometrica*, Vol. 57, 1989, pp.1027-57.
- Riley, J. and W. Samuelson, "Optimal Auctions," *American Economic Review*, Vol. 71, 1981, pp.381-392.
- Varian, H., "Position Auctions," *International Journal of Industrial Organization*, Vol. 25, 2007, pp.1163-1178.

Introduction of Online Sponsored-Link Auction Theory

Yeon-Koo Che* · Jinwoo Kim** · So Yoon Ahn***

Abstract

This paper introduces the theory of auctions that are used to sell online sponsored-links. For this, we first provide an overview of the internet advertising markets and a brief survey of auction theory. We then study the GSP auction format, which is widely used for the practical sale of sponsored-links, by reviewing the recent theoretical development regarding the equilibrium and performance of the GSP format. Also, we investigate how the performance of GSP format is affected by problems such as budget constraint and click fraud, and suggest the issues for future research.

KRF Classification: B030200, B030904

Key Words: on-line sponsored - link auctions, cost per click,
GSP auctions

* Kelvin J. Lancaster Professor of Economic Theory, Economics Department, Columbia University, e-mail: yc2271@columbia.edu

** Associate Professor, School of Economics, Yonsei University, e-mail: jikim@yonsei.ac.kr

*** Graduate Student, School of Economics, Yonsei University, e-mail: soyoony73@gmail.com