기본연구 | 24-04

온라인 광고 시장의 경매 경쟁에 대한 연구

백소성

2024. 12

정보통신정책연구원
KOREA INFORMATION SOCIETY DEVELOPMENT INSTITUTE

기본연구 | 24-04

온라인 광고 시장의 경매 경쟁에 대한 연구

백소성

2024. 12

정보통신정책연구원
KOREA INFORMATION SOCIETY DEVELOPMENT INSTITUTE

서 언

검색 광고는 주요 국가의 온라인 광고 시장에서 절반 이상의 점유율을 차지하는 중요한 산업입니다. 특히 상품에 관심을 가진 소비자에게 한정하여 광고를 노출하는 높은 표적성으로 인해, 전통적 매체에 광고를 싣기 어려운 중소기업 및 소상공인이 상품을 판매하는 중요한 채널을 담당하고 있습니다. 그러나 검색 광고 시장의 규모가 증대됨에 따라 여러 우려가 생겨나는 것도 사실입니다. 플랫폼을 이용하는 광고주와 소비자가 많을수록 개별 참여자가 플랫폼으로부터 얻는 편익이 크다는 특징으로 인해, 검색 광고 산업은 일반적으로 시장집중도가 높아 단일 플랫폼의 과도한 시장지배력을 경계할 필요가 있습니다. 이에 더해, 검색 광고 시장에서 광고주 간 경쟁이 심화됨에 따라 높아진 광고비가 광고주에게 부담을 지우고, 또한 소비자에게 전가되어 부담을 지운다는 우려가 제기되고 있습니다.

본 연구는 게임이론 모형을 통해 검색 광고 시장을 분석함으로써, 향후 검색 광고 시장 정책 수립에 이론적 근거를 제시하고자 합니다. 본 연구는 이전 연구에서 외생적인 모수로 다루었던 상품시장 경쟁을 명시적으로 모형화함으로써, 사회적 후생 분석에 보다 적합한 이론적 기틀을 마련했다는 점에서 기존 문헌과 차별화됩니다.

본 연구는 정보통신정책연구원의 백소성 부연구위원이 총괄책임을 맡아 수행하였습니다. 이 연구 결과가 온라인 광고 경매 시장의 발전을 위한 정책 수립에 실효성 높은 통찰을 제시할 수 있기를 기대합니다.

2024년 12월

정보통신정책연구원

원장 직무대행 김 정 언

목 차

서 언 ····· 1

요약문 ····· 7

제 1 장 서 론 ····· 11

제 2 장 온라인 검색 광고의 특징과 발전 ····· 15

제 1 절 온라인 검색 광고의 특징 ····· 15

1. 광고로서의 특징 ····· 15
2. 경매로서의 특징 ····· 16

제 2 절 온라인 검색 광고의 발전 ····· 17

1. 임프레션당 지불 ····· 17
2. 경매 도입: GFP 경매 ····· 18
3. GSP 경매로의 전환 ····· 20
4. 검색 광고의 국내 도입 ····· 20

제 3 장 온라인 검색 광고 기존 모형 ····· 21

제 1 절 모 형 ····· 21

1. 환경 ····· 21
2. GSP 메커니즘 ····· 22
3. VCG 메커니즘 ····· 22

제 2 절 GSP 균형 분석 ····· 24

1. 내쉬 균형 ····· 24
2. Locally Envy-Free 균형: 정의 ····· 25
3. Locally Envy-Free 균형: 최소 수입 균형 ····· 26
제 3 절 상품시장 경쟁과 사회적 후생 ····· 27

제 4 장 광고 경매 및 상품시장 경쟁 모형 ····· 29

제 1 절 모 형 ····· 29
1. 소비자, 생산자, 플랫폼 ····· 29
2. 광고 경매 ····· 32
3. 역수요함수 ····· 32
4. 이윤함수 ····· 33
5. 절차 및 균형 ····· 34
제 2 절 제2가격 경매 후 수량 경쟁 ····· 35
1. 2단계: 쿠르노 경쟁 ····· 35
2. 1단계: 제2가격 경매 ····· 36
제 3 절 최고가격 경매 후 수량 경쟁 ····· 40
1. 2단계: 쿠르노 경쟁 ····· 40
2. 1단계: 최고가격 경매 ····· 41
제 4 절 제2가격 경매 후 가격 경쟁 ····· 46
1. 이윤함수 ····· 46
2. 2단계: 가격 경쟁 ····· 47
3. 1단계: 제2가격 경매 ····· 48
제 5 절 최고가격 경매 후 가격 경쟁 ····· 51
1. 2단계: 가격 경쟁 ····· 51
2. 1단계: 최고가격 경매 ····· 51

제 5 장 사회적 후생 분석 ····· 56

제 1 절 사회적 후생의 크기 및 배분 ····· 56

1. 광고가 없는 경우의 상품시장 ····· 56
2. 광고 슬롯을 차지한 생산자의 상품시장 ····· 57
3. 제2가격 경매 ····· 60
4. 최고가격 경매 ····· 61

제 2 절 경매 메커니즘 간 후생 비교 ····· 63

1. 수량 경쟁 ····· 63
2. 가격 경쟁 ····· 65

제 6 장 결 론 ····· 67

참고문헌 ····· 71

Abstract ····· 74

표 목 차

〈표 4-1〉 경매 메커니즘 및 상품시장 경쟁 방식 ····· 35

그 림 목 차

[그림 5-1] 광고 슬롯이 없는 경우의 상품시장 ····· 57
[그림 5-2] 광고 슬롯을 차지한 경우의 상품시장(타입>단위 광고료) ····· 58
[그림 5-3] 광고 슬롯을 차지한 경우의 상품시장(타입=단위 광고료) ····· 60
[그림 5-4] 메커니즘 간 사회적 후생 비교: 수량 경쟁 ····· 64
[그림 5-5] 메커니즘 간 사회적 후생 비교: 가격 경쟁 ····· 65

요 약 문

1. 제 목

온라인 광고 시장의 경매 경쟁에 대한 연구

2. 연구 목적 및 필요성

온라인 검색 광고는 Google, Naver를 비롯한 대형 플랫폼의 주요 매출원을 담당하고 있는 서비스이다. 검색 광고는 1997년 처음 도입된 이래 빠르게 성장하여, 주요 국가의 온라인 광고 시장에서 절반에 달하는 매출을 차지하고 있다.

온라인 검색 광고의 절차는 다음과 같다. 주어진 키워드에 대해 광고를 표시하고자 하는 광고주들이 입찰가를 제출한다. 검색 엔진은 입찰가 및 광고주에 대한 데이터에 기반해 광고 슬롯을 할당한다. 이용자가 검색 엔진에 키워드를 입력하면 검색 결과와 함께 광고가 표시된다. 이용자가 광고를 클릭해 광고주의 웹 사이트로 접속할 때마다, 광고주는 자신 및 경쟁자의 입찰가에 따라 결정된 광고료를 검색 엔진에 지불한다. 온라인 검색 광고는 검색 키워드를 통해 자연스럽게 표적 광고가 가능하다는 점, 그리고 경매를 통해 광고 슬롯 할당 및 광고료 결정 절차를 자동화하여 많은 수의 광고주들의 참여를 가능하게 하는 혁신을 이루어내었다.

온라인 검색 광고 경매 시장이 확대됨에 따라, 이에 대한 연구 또한 활발히 이루어져 왔다. 대표적으로 Edelman, Ostrovsky & Schwarz(2007)와 Varian (2007, 2009)은 현실의 온라인 검색 광고 경매에서 표준적으로 사용되는 메커니즘인 GSP(Generalized Second-Price Auction, 일반화된 제2가격 경매)의 균형을 분석했다. 후속 연구들은 메커니즘 설계 문제(Lahaie, 2006; Lahaie & Pennock, 2007; Edelman & Schwarz, 2010; Despotakis, Ravi & Sayedi,

2021), 광고 간 상호작용(Reiley, Li & Lewis, 2010; Xiong et al., 2012), 광고주 예산 제약(Koh, 2013; Balseiro, Besbes & Weintraub, 2015) 등의 문제를 다루었다.

그러나 검색 광고의 부정적인 측면에 대한 우려 및 불만 또한 제기되고 있다(이준호, 2008; Wilbur & Zhu, 2009; 오창우, 2013; 이병규, 2016; 이병준·박미영, 2018; 박세환, 2021). 검색 광고는 전통적인 매체에 광고를 싣기는 부담스러운 사업자들이 소비자에게 접근할 수 있는 효과적인 채널을 제공해 준다. 하지만 한편으로 광고 시장에서 검색 광고의 점유율이 높아짐에 따라 다른 채널의 광고 효과를 약화함으로써, 사업자가 검색 광고를 통하지 않고는 소비자에게 접근하기 어렵게 된다. 특히 검색 광고 시장이 고도로 집중된 독과점시장임을 감안할 때, 이는 검색 엔진의 지나친 시장지배력으로 이어질 수 있다. 검색 검색 엔진의 지나친 시장지배력은 광고주 간 경쟁 과열로 이어지고, 이로 인한 높은 광고료는 제품 가격 인상과 사회적 후생의 감소를 낳을 수 있다.

온라인 검색 광고에 대한 기존 문헌에서는 이러한 문제를 다루지 않고 있다. 이는 부분적으로 기존 문헌이 경매 자체에만 초점을 맞추어, 사회적 후생을 좁은 의미로서 정의하고 있기 때문에 발생한다. 구체적으로, 기존 모형에서 사회적 후생은 광고 효과가 높은 광고주에게 광고 슬롯을 할당하는 문제로 한정되며, 광고 경매에서의 경쟁이 상품시장 경쟁, 생산자 후생, 소비자 후생에 미치는 영향은 지나치게 단순화된다.

이에 착안하여, 본 연구에서는 광고 경매와 상품시장 경쟁을 결합한 모형을 분석함으로써, 광고 경매의 후생적 함의를 도출하고자 한다.

3. 연구의 구성 및 범위

본 보고서는 다음과 같이 구성된다. 1장에서는 온라인 검색 광고 시장을 간략하게 소개하고, 연구주제 및 연구 필요성을 설명한다. 2장에서는 온라인 검색 광고

경매의 특징 및 역사를 설명한다. 3장에서는 기존 문헌에서 연구한 온라인 검색 광고 경매의 기존 모형을 기술하고 분석한다(Edelman, Ostrovsky & Schwarz, 2007; Varian, 2007, 2009). 4장에서는 온라인 광고 경매와 상품시장 경쟁을 결합한 모형을 수립하고 균형을 도출한다. 5장에서는 사회적 후생 관점에서 모형을 분석하여 함의를 도출한다. 6장에서는 결론을 기술한다.

4. 연구 내용 및 결과

본 연구는 온라인 검색 광고 경매와 상품시장 경쟁을 결합한 모형을 수립함으로써, 검색 광고가 사회적 후생에 미치는 영향을 분석한다. 주요 결과는 다음과 같다. 첫째, 광고를 통해 생성된 사회적 후생의 크기 및 분배를 분석한다. 구체적으로, 광고주의 광고 효과의 확률 분포가 좁은 영역에 집중되어 있을수록 사회적 후생의 증분이 작고, 사회적 후생 증분에서 플랫폼이 차지하는 비중이 크다. 바꾸어 말하면 광고주의 광고 효과의 확률 분포가 넓은 영역에 퍼져 있을수록 사회적 후생의 증분이 크고, 사회적 후생 증분이 소비자, 광고주, 플랫폼 사이에 고르게 배분된다.

둘째, 균형에서 최고가격 경매와 제2가격 경매의 사회적 후생을 비교한다. 기업들이 상품시장에서 생산량을 선택하여 경쟁할 경우, 상품 간 대체성이 높을 때에는 제2가격 경매가 최고가격 경매보다 높은 사회적 후생을 생성하는 반면, 상품 간 대체성이 낮을 때에는 반대가 성립한다. 한편 기업들이 상품시장에서 가격을 선택하여 경쟁할 경우, 상품 간 대체성에 무관하게 최고가격 경매가 제2가격 경매보다 높은 사회적 후생을 생성한다.

5. 기대효과

검색 광고는 인터넷 산업의 첨단에 위치한 Google, Naver 등 기업의 주요 수

입원을 맡고 있는 중요한 시스템이다. 이러한 중요성에도 불구하고 검색 광고 시장의 사회적 효율성이나 시장지배력에 대한 연구는 부족한 실정이다. 본 연구는 검색 광고의 후생적 함의를 분석할 수 있는 이론적 틀을 수립함으로써, 사회적 후생 총량 증진 및 분배 공정성 개선을 위한 정책 수립의 근거를 마련하고자 한다.

제1장 서 론

인터넷의 급속한 발달은 산업 환경에 다각적인 변화를 낳았다. 전통적인 산업과 비교할 때, Google, Naver, 카카오 등 주요 인터넷 기업들이 지니는 중요한 특징은 이들 기업의 주요 서비스가 이용자에게 무료로 제공된다는 점이다. 그렇다면 이들은 어떻게 수익을 생성하는가? 이러한 기업들의 주요 사업 모형은 이용자에게 무료 서비스를 제공하는 대신 이용자에게 광고를 노출하고, 광고주들로부터 광고료를 받아 매출을 생성하는 것이다.

이러한 사업 모형 중 특히 주목할 만한 것은 검색 엔진이다. 검색 엔진이 기존 광고로부터 특히 차별화되는 장점은 높은 표적성(targetability)이다. 일반적으로 광고는 소비자에게 편익을 제공하는 컨텐츠 사이에 광고를 끼워 넣는 형식으로 표시되기 때문에, 광고 내용에 관심 없는 소비자에게 정신적 및 시간적 비용을 유발한다. 하지만 온라인 검색 광고는 소비자가 입력한 키워드를 기반으로 소비자의 관심사 및 필요에 부합하는 광고를 표시함으로써, 소비자에게 비용을 유발하는 대신 오히려 유용한 정보를 제공할 수 있다. 이러한 강점에 힘입어 온라인 검색 광고 시장은 인터넷 도입 초창기부터 빠르게 성장해 왔으며, 현재 주요국 온라인 광고 시장에서 절반에 가까운 매출을 생성하고 있다.

검색 엔진은 다양한 검색어에 딸린 광고 슬롯을 광고주들 사이에 할당하기 위해 경매 메커니즘을 도입하였다. 그 절차는 다음과 같다. 주어진 키워드에 대해 광고 노출을 희망하는 광고주들은 소비자의 클릭당 자신의 최대 지불의사를 나타내는 입찰가를 제출한다. 검색 엔진은 입찰가 및 광고주에 대한 데이터에 기반해 광고 슬롯을 할당한다. 입찰가가 높을수록, 그리고 광고 클릭률 및 소비자 만족도가 높을 것으로 기대되는 광고일수록 보다 높은 순위의 광고 슬롯이 할당된다. 이제 이용자가 검색 엔진에 키워드를 입력하면 검색 결과와 함께 광고가 표시된다. 이용자가 광고를 클릭해 광고주의 웹 사이트로 접속할 때마다, 광고주는 자신 및 경쟁

자의 입찰가에 따라 결정된 광고료를 검색 엔진에 지불한다.

검색 광고는 특히 TV나 신문과 같은 전통적 매체에 광고를 싣기 어려운 중소 사업자에게 효과적인 판매 채널을 제공한다. 수요자층이 비교적 얇은 중소기업은 광고가 불특정 다수를 대상으로 노출되는 전통적 매체의 광고료를 부담하기 어려웠다. 반면 검색 엔진을 이용할 경우, 광고가 관련 키워드를 입력한 이용자에 한정하여 노출되며, 키워드의 다양성으로 인해 광고 슬롯을 두고 경쟁하는 기업의 수도 비교적 적다. 따라서 기업은 상대적으로 낮은 가격에 실제 수요자층에게 상품 및 서비스를 홍보할 수 있다.

이렇게 검색 광고는 소비자와 광고주 모두에게 혜택을 제공하는 혁신을 이루어 냈지만, 검색 광고 시장에 대한 불만 및 우려 또한 제기되고 있다. 광고 시장에서 검색 광고의 점유율이 높아짐에 따라, 다른 채널의 광고 효과가 약화될 수 있다. 이는 사업자가 검색 광고 서비스를 이용하지 않으면 소비자에게 접근하기 어렵고, 따라서 시장에서 도태되기 쉬워짐을 함의한다. 규모의 경제로 인해 검색 엔진 산업이 고도로 집중되어 있다는 점을 감안할 때, 이는 특정 검색 엔진이 지나친 시장지배력을 획득하는 결과를 낳을 수 있다.

특정 광고 채널의 효과성이 다른 채널을 지배하게 되면, 이 채널에서 선호도가 높은 광고 슬롯을 차지하기 위한 광고주 간 경쟁이 심화된다. 실제로 월평균 총 광고비가 500만원 이하인 중소 사업자의 경우, 검색 광고의 비중이 60% 이상인 것으로 나타났다. 경쟁의 심화는 광고료 상승으로 이어지고, 사업자들은 높은 광고료를 부담하기 위해 상품 및 서비스의 가격을 올리게 되며, 이는 사회적 후생의 감소로 이어질 수 있다.

검색 광고에 대한 기존 문헌은 사회적 후생을 경매 과정에 초점을 맞춘 좁은 의미로 정의하였다(Edelman, Ostrovsky & Schwarz, 2007; Varian, 2007, 2009). 구체적으로, 사회적 후생은 광고로부터 발생한 총매출로서 정의된다. 따라서 사회적 후생은 선호도가 높은 광고 슬롯을 지불의사 및 클릭률이 높은 광고주에게 할당하는 문제로 한정된다. 이에 따라 광고 경쟁 과열로 인한 광고료 상승, 그리고 광고료 상승으로 인한 상품 및 서비스 가격 상승 등의 효과를 포괄하는 보

다 넓은 차원의 사회적 후생 문제는 거의 고려되지 않았다.

이러한 문제 의식에 입각해, 본 연구에서는 온라인 광고 경매와 상품 시장 경쟁을 복합적으로 고려하여 광고가 사회적 후생에 미치는 영향을 분석하고자 한다. 이를 위해, 본 연구에서는 2단계로 이루어진 모형을 분석한다. 1단계에서는 경매를 통해 광고 슬롯을 할당하고, 단위 광고료를 결정한다. 2단계에서는 광고를 통해 수요가 변화한 상품시장에서 경쟁한다.

본 연구의 주요 결과는 다음과 같다. 첫째, 광고를 통해 생성된 사회적 후생의 크기 및 분배를 분석한다. 구체적으로, 광고주의 광고 효과의 확률 분포가 좁은 영역에 집중되어 있을수록 사회적 후생의 증분이 작고, 사회적 후생 증분에서 플랫폼이 차지하는 비중이 크다. 바꾸어 말하면, 광고 효과의 확률 분포가 넓은 영역에 퍼져 있을수록 사회적 후생의 증분이 크고, 사회적 후생의 증분이 소비자, 광고주, 플랫폼 사이에 고르게 배분된다.

둘째, 균형에서 최고가격 경매와 제2가격 경매의 사회적 후생을 비교한다. 결과는 상품 시장에서 기업들이 Cournot 방식으로 경쟁하는가, Bertrand 방식으로 경쟁하는가에 따라 달라진다. Cournot 모형의 경우, 즉 기업들이 수량을 선택하여 경쟁할 경우, 상품 간 대체성이 낮을 때에는 최고가격 경매가 제2가격 경매보다 높은 사회적 후생을 생성하는 반면, 상품 간 대체성이 높을 때에는 제2가격 경매가 최고가격 경매보다 높은 사회적 후생을 생성한다. 한편 Bertrand 모형의 경우, 즉 기업들이 가격을 선택하여 경쟁할 경우, 상품 간 대체성에 무관하게 최고가격 경매가 제2가격 경매보다 높은 사회적 후생을 생성한다.

본 보고서는 다음과 같이 구성된다. 2장에서는 온라인 검색 광고 시장이 지니는 특수성을 설명하고, 시장의 발전사를 간략하게 기술한다. 3장에서는 검색 광고 경매에 대한 분석의 초석을 놓은 Edelman, Ostrovsky & Schwarz(2007) 및 Varian(2007) 연구의 모형 및 주요 결과를 소개하고, 사회적 후생 분석의 맥락에서 기존 연구가 지니는 한계점을 기술한다. 4장에서는 온라인 검색 광고 경매와 상품 시장 경쟁을 결합한 2단계 모형을 수립하고, 균형을 도출한다. 5장에서는 4

장의 결과를 바탕으로 온라인 검색 광고가 사회적 후생에 미치는 영향을 분석한다. 6장에서는 연구의 내용을 요약하고 결론을 도출한다.

제 2 장 온라인 검색 광고의 특징과 발전

제 1 절 온라인 검색 광고의 특징

1. 광고로서의 특징

온라인 검색 광고는 다른 광고와 비교할 때 다음과 같은 특징을 지닌다. 첫째, 소비자를 자연스럽게 표적화할 수 있다. 일반적으로 광고는 이용자의 관심사 및 필요에 부합해야 효과적이며, 그렇지 않을 경우 소비자의 피로와 짜증을 유발함으로써 정신적 및 시간적 비용을 유발한다. 검색 광고는 소비자가 입력한 키워드와 관련된 광고를 표시함으로써, 전통적인 광고 방식에 비해 이용자의 관심사 및 필요에 부합하는 광고를 표시하는 빈도를 현저히 높일 수 있다. 즉 일반적으로 소비자에게 비용을 유발하던 기존 광고와 달리, 검색 광고는 높은 표적성을 통해 소비자에게 오히려 혜택을 줄 수 있게 되었다.

한편, 최근 발전한 온라인 디스플레이 광고 또한 이용자의 인터넷 사용 기록 정보에 기반해 이용자의 관심사 및 필요를 유추하고, 이에 부합하도록 광고를 표시하는 기술을 활용하고 있다. 그러나 프라이버시 문제로 인해 접근 가능한 정보에 한도가 있으며, 따라서 효과적으로 이용자의 관심사 및 필요를 반영하는 성능이 제한된다. 반면 검색 광고는 소비자가 직접 입력한 관심사 및 필요에 기반하기 때문에 이러한 제한으로부터 자유롭다.

둘째, 판매되는 광고 서비스의 측량에 대해 관계자 모두가 동의할 만한 단위가 존재하지 않는다. 광고주의 관점에서 중요한 것은 실제로 광고를 통해 발생한 매출이다. 따라서 소비자가 광고를 보고 상품을 구매할 때 광고료가 부과되는 것이 합리적이다. 반면 검색 엔진의 입장에서는 광고를 표시할 때마다 광고 슬롯이라는 희소한 자원이 사용된다. 따라서 광고가 표시될 때마다 광고료를 부과하는 것이

합리적이다. 두 과금 방식의 절충안은 소비자가 광고를 클릭해 광고주의 웹 사이트로 접속할 때마다 광고료를 부과하는 클릭당 지불(payment-per-click) 방식이다. 온라인 광고 시장에서는 세 지불 방식이 모두 널리 사용되고 있지만, 본 보고서에서 다루는 검색 광고 경매 시장은 클릭당 지불 방식이 지배적인 제도로 자리 잡았다.

2. 경매로서의 특징

온라인 검색 광고는 전통적인 경매 문제와 비교할 때 다음과 같은 특징을 지닌다. 첫째, 비균질적(non-homogeneous) 재화를 판매한다. 전통적인 경매 문헌은 하나의 재화, 또는 둘 이상의 균질적인(homogeneous) 재화를 판매하는 문제에 초점을 맞춘다. 반면 온라인 검색 광고 경매에서 판매되는 광고 슬롯들은 클릭률(click-through rate, CTR), 즉 소비자의 관심을 끌어 사이트 접속을 유도하는 능력에서 서로 차이가 난다. 문헌에서는 일반적으로 상단에 위치한 슬롯일수록 클릭률이 높다는 가정을 따른다.

둘째, 광고는 이용자가 검색 엔진에 키워드를 입력할 때마다 광고가 표시되며, 입찰자는 입찰가를 언제든 변경할 수 있다. 즉, 광고 슬롯은 한 번의 경매에 의해 영구히 할당되지 않으며, 광고주는 할당받은 슬롯을 다른 광고주의 입찰가 변경에 의해 밀려나기 전까지만 차지할 수 있다. 이에 따라, 다수의 기존 문헌에서는 (Edelman, Ostrovsky & Schwarz, 2007; Varian, 2007, 2009) 온라인 검색 광고 경매는 무한 반복 게임(infinitely repeated game) 또는 연속 시간 게임(continuous time game)으로 모형화했다. 이러한 측면에서 검색 광고 경매는 한 번의 경매에 의해 재화가 할당되는 전통적인 경매 모형과 차별화된다.

셋째, 온라인 검색 광고 경매는 완전정보게임(complete information game)과 불완전정보게임(incomplete information game)의 경계에 위치한다고 볼 수 있다. 일반적으로 경매 문헌에서는 판매되는 재화에 대한 입찰자의 지불의사(willingness-to-pay)가 사적정보라고 가정하는 경우, 즉 경매를 불완전정보게임

으로써 모형화하는 경우가 지배적이다. 검색 광고 경매의 경우에도, 시작 시점에는 각 입찰자가 상대방 지불의사의 확률분포만을 알고 있다고 가정하는 것이 합리적이다. 하지만 앞 문단에서 기술한 바와 같이 고정된 재화를 두고 입찰자들이 반복적으로 경쟁하기 때문에, 입찰자는 게임이 진행됨에 따라 상대방의 지불의사에 대한 정보를 습득할 수 있다. 따라서 시간이 지날수록 경쟁은 완전정보게임에 가까워질 것이다.

요약하자면, 온라인 검색 광고 경매는 불완전정보게임으로 시작하여 완전정보게임으로 수렴한다. 일반적으로 입찰자의 수가 많고 진입 및 퇴장이 활발하여 입찰자가 경쟁자에 대한 정보를 취득하기 어려운 상황은 불완전정보게임에 가깝고, 반대로 입찰자의 수가 적고 주어진 키워드에 대한 입찰자의 집합이 고정적인 상황은 완전정보게임에 가깝다고 간주할 수 있다.

제 2 절 온라인 검색 광고의 발전

1. 임프레션당 지불

온라인 광고는 1994년에 시작되었다. 초기 온라인 광고는 임프레션당 지불(pay-per-impression), 즉 광고가 소비자에게 노출된 횟수에 비례해 광고주가 검색 엔진에 광고료를 지불하는 방식을 따랐다. 임프레션당 지불액은 광고 슬롯별로 고정된 가격이 책정되거나, 검색 엔진과 광고주 사이의 협상에 의해 결정되었다.

이러한 할당 방식은 일반적으로 사회적으로 효율적인 결과를 낳기 어렵다. 우선 슬롯별로 고정된 가격을 책정할 경우, 두 가지 문제가 발생할 수 있다. 첫째, 주어진 가격 수준이 잠재적 광고주들의 지불의사 분포에 비해 지나치게 낮을 경우, 주어진 가격보다 높은 지불의사를 지닌 광고주라면, 자신보다 더 높은 지불의사를 지닌 경쟁자가 존재하더라도 광고 슬롯을 할당받을 수 있다. 즉 지불의사가 가장 높은 광고주에게 광고 슬롯이 할당되지 않을 수 있고, 이로 인해 할당의 효율성이 저해된다.

둘째, 주어진 가격 수준이 잠재적 광고주들의 지불의사 분포에 비해 지나치게 높을 경우, 광고 슬롯이 판매되지 않을 수 있다. 이 경우 거래를 통해 발생하는 잠재적 잉여가 실현되지 않고, 따라서 할당의 효율성이 저해된다. 지불의사의 분포를 고려하여 가격을 적정한 수준으로 설정함으로써 이러한 문제를 완화할 수 있겠지만, 지불의사 분포는 유동적이고 가격은 변경하기 어렵기 때문에 이러한 방안은 한계점이 명확하다.

가격을 검색 엔진과 광고주 사이의 협상에 의해 결정함으로써, 상술한 문제들을 어느 정도 완화할 수 있다. 그러나 일반적으로 광고주는 광고 슬롯을 가능한 한 낮은 가격에 할당받기 위해 자신의 사적정보인 지불의사를 드러내지 않을 것이다. 따라서 한정된 시간 안에 광고 슬롯을 판매해야 하는 검색 엔진은, 반복적인 협상을 통해 지불의사가 가장 높은 광고주를 식별하기 어렵다. 그러므로 이 경우에도 광고 슬롯의 효율적인 할당은 달성되지 않는다. 이에 더해, 협상을 통한 광고료 결정 과정에는 상당한 시간이 소요되었고, 이는 새로운 광고주의 진입에 상당한 장벽을 초래했다.

2. 경매 도입: GFP 경매

1997년, Overture는 새로운 인터넷 광고 판매 방식을 고안하였다. 이 방식은 다음 세 가지 측면에서 기존 방식과 차별화되었다. 첫째, 표적 광고가 도입되었다. 즉 웹 사이트를 방문하는 모든 소비자에게 동일한 광고를 표시하는 대신, 소비자가 입력한 검색어에 따라 이에 연관된 광고를 표시한다. 이를 통해 원치 않는 광고 표시로 인한 소비자 피로감을 줄이고, 오히려 광고를 통해 소비자가 원하는 정보를 제공한다.

둘째, 기존의 임프레션당 지불(pay-per-impression) 방식이 클릭당 지불(pay-per-click) 방식으로 대체되었다. 즉 광고주는 광고가 소비자에게 표시될 때마다 광고료를 지불하는 대신, 소비자가 광고를 클릭하여 광고주의 웹 사이트로 접속할 때마다 광고료를 지불한다.

셋째, 광고의 가격 및 할당이 경매를 통해 결정되었다. 구체적으로, 특정 검색어 입력에 대해 광고를 표시하기를 원하는 광고주들은 클릭당 지불액에 대한 자신의 입찰가를 제출한다. 검색 엔진은 입찰가가 높은 순서대로 광고를 나열하여, 슬롯 수만큼의 광고를 표시한다. 소비자가 광고를 클릭할 때마다 광고주는 자신의 입찰가를 검색 엔진에 지불한다. 이러한 메커니즘은 전통적인 최고가격 경매에서와 동일한 가격 결정 규칙을 따르지만, 비균질적(non-homogeneous) 재화를 판매한다는 점에서 전통적인 경매보다 일반적이기 때문에 일반화된 최고가격 경매(Generalized First-Price Auction, GFP)라 불린다. 경매를 통해 광고료 결정 절차가 자동화됨에 따라, 새로운 광고주의 진입은 용이해졌다.

이러한 혁신적인 광고 판매 방식은 초기에 큰 성공을 거두어, Overture가 Yahoo! 및 MSN을 포함한 주요 검색 엔진에 서비스를 제공하는 광고 플랫폼으로 성장하는 동력이 되었다. 그러나 곧 GFP 경매는 광고주가 더 높은 이윤을 위해 끊임없이 입찰가를 수정할 유인을 지니는 불안정한 메커니즘임이 발견되었다(Edelman & Ostrovsky, 2007). 예컨대 두 광고 슬롯 1과 2를 두고 두 광고주 A와 B가 경쟁하는 상황을 고려하자. 슬롯 1의 클릭률(click-through rate)은 슬롯 2의 2배이며, A와 B의 클릭당 기대수입은 각각 150과 100이고, 최저입찰가는 50이다. B가 50을 입찰하면 A는 51을 입찰할 것이고, B는 다시 52를 입찰할 것이다. 이러한 경쟁이 계속되다가 입찰가가 75에 도달하면, B는 슬롯 1을 차지하기 위해 76을 입찰하기보다는 50원을 입찰하고 슬롯 2를 차지하는 것을 택하게 된다.[1] B가 50을 입찰하면 A는 다시 51을 입찰하고, 앞의 과정이 반복된다. 이와 같은 불안정성은 GFP 경매에서 순수전략균형(pure strategy equilibrium)이 존재하지 않기 때문에 나타난다. 이러한 입찰가 순환(bidding cycle) 문제는 광고주가 끊임없이 입찰가를 조정하기 위해 시간적 및 금전적 비용을 소모해야 하는 비효율성을 낳았다(Katona & Sarvary, 2010; 최연구·김진우·안소윤, 2011; Zhang & Feng, 2011; Yuan, Wang & Zeng, 2017).

1) $2 \times (100 - 76) = 48 < 50 = 1 \times (100 - 50)$.

3. GSP 경매로의 전환

Google은 2002년 GFP 경매의 불안정성을 해소하는 새로운 메커니즘을 도입하였다. Google은 입찰자의 지불액이 바로 다음 슬롯의 입찰가보다 높을 경우, 입찰자가 입찰가를 낮출 유인이 존재함에 착안하였다. Google의 새로운 메커니즘 하에서, 입찰자의 지불액은 바로 다음 슬롯에 위치한 입찰자의 입찰가와 같다. 이러한 메커니즘은 전통적인 제2가격 경매에서와 동일한 가격 결정 규칙을 따르며, 비균질적 재화를 판매한다는 점에서 전통적인 제2가격 경매보다 일반적이기 때문에 일반화된 제2가격 경매(Generalized Second-Price Auction, GSP)라 불린다. GSP는 광고주가 전략적 목적으로 입찰가를 조정할 유인을 크게 줄였다. GSP의 이점을 인식한 Overture는 곧 GFP 경매를 GSP 경매로 대체하였다.

4. 검색 광고의 국내 도입

국내에서는 1995년 다음이 설립되고, 1999년 네이버가 설립되면서 본격적으로 검색 엔진이 성장하기 시작하였다. 2002년 Overture는 국내에 진출하면서 다음 및 네이버와 제휴하여 검색 광고를 도입하였다. 이후 다음과 네이버가 빠르게 성장함에 따라 Overture와의 계약을 해지하고, 독자적인 검색 광고 서비스를 개발하여 제공하고 있다.

제 3 장 온라인 검색 광고 기존 모형

본 장에서는 온라인 검색 광고 경매에 대한 기초 모형을 도입하고, Edelman, Ostrovsky & Schwarz(2007) 및 Varian(2007, 2009)의 주요 분석 결과를 소개한다.

제 1 절 모 형

1. 환경

N개의 슬롯을 K명의 입찰자에게 할당하는 문제를 고려하자. $N < K$, 즉 슬롯의 개수는 입찰자의 수보다 적다고 가정한다. 입찰자 k의 1회 클릭에 대한 가치, 즉 1회 클릭으로부터 발생하는 기대 순이윤은 v_k이다. 입찰자 k의 광고가 슬롯 i에 배정될 경우의 기대 클릭률(click-through rate, CTR)을 $CTR_{i,k}$로 표기한다. 입찰자 k의 단위시간당 기대 지불액을 p_k라 하면, 단위 시간당 입찰자 k의 기대 이윤 Π_k는 다음과 같다:

$$\Pi_k = CTR_{i,k} v_k - p_k.$$

분석의 편의를 위해, 클릭률은 광고가 표시되는 슬롯에만 의존한다고 가정한다:

$$CTR_{i,k} = \alpha_i.$$

즉, α_i는 슬롯 i에 배정된 광고의 기대 클릭률이다. 순위가 높은 슬롯일수록 기대 클릭률이 높다고 가정한다. 즉, $\alpha_1 > \alpha_2 > \cdots > \alpha_N > 0$이다. $N < i \leq K$에 대해, $\alpha_i = 0$으로 정의한다.

2. GSP 메커니즘

여기서는 GSP(Generalized Second-Price Auction) 메커니즘을 설명한다. 주어진 시점에서 입찰자 k가 가장 최근에 제출한 입찰가를 b_k라 하자. j번째로 높은 입찰가를 제출한 입찰자를 $g(j)$, 이 입찰자의 입찰가를 $b^{(j)}$, 이 입찰자의 지불액을 $p^{(j)}$라 표기한다(단, 동일한 입찰가를 제출한 입찰자 간 순위는 임의추출에 의해 결정된다). 즉 $b^{(j)} = b_{g(j)}$, $p^{(j)} = p_{g(j)}$이다. GSP의 배분 규칙(allocation rule)은 슬롯을 입찰가가 높은 순서대로 할당하는 것이다. 즉 $1 \leqq i \leqq N$에 대해, 슬롯 i는 입찰자 $g(i)$에게 할당한다. 그리고 GSP의 가격 규칙(pricing rule)에 따르면, 슬롯을 할당받은 입찰자의 클릭당 지불액은 바로 다음 슬롯을 할당받은 입찰자의 입찰가와 같다. 즉 $1 \leqq i \leqq N$에 대해 $p^{(i)} = \alpha_i b^{(i+1)}$이며, $i > N$에 대해 $p^{(i)} = 0$이다. 그러면 슬롯 i를 할당받은 입찰자의 보수는 다음과 같다:

$$\Pi_{g(i)} = \alpha_i (v_{g(i)} - b^{(i+1)}).$$

GSP의 균형에 대해서는 제2절에서 논한다.

3. VCG 메커니즘

여기서는 메커니즘 설계 문헌에서 이론적 중요성을 지니는 Vickrey-Clarke-Groves(VCG) 메커니즘을 온라인 검색 광고 경매 맥락에서 기술한다.

VCG 메커니즘은 일반적으로 다음과 같이 정의된다. VCG 메커니즘 하에서 입찰가는 입찰자의 가치 보고값(reported value)로 해석된다. 이제 배분 규칙은 가치 보고값에 따라 계산된 사회적 후생, 즉 모든 경제 주체의 보수 총합을 최대화하도록 결정된다. 다음으로 가격 규칙에 따르면, 각 입찰자의 지불액은 그가 다른 모든 경제 주체에게 미치는 부정적 외부성의 합과 같다. 단, 여기서도 부정적 외부성은 가치 보고값을 기준으로 계산한다.

이제 온라인 검색 광고 경매 문제에서 VCG 메커니즘의 구체적 형태를 유도하자. 우선 사회적 후생을 최대화하는 배분규칙은 슬롯을 입찰가가 높은 순서대로

할당하는 것임을 쉽게 확인할 수 있다. 즉 VCG 메커니즘의 배분규칙은 GSP 메커니즘에서와 같다.

다음으로, VCG 메커니즘의 가격 규칙은 다음과 같다. 슬롯 i를 할당받은 입찰자 $g(i)$를 고려하자. $j<i$에 대해, 입찰자 $g(i)$가 없어지더라도 $g(j)$가 할당받은 슬롯은 변하지 않는다. 반면 $i<j \leqq N+1$의 경우, 입찰자 $g(i)$가 없어지면 입찰자 $g(j)$는 슬롯 j 대신 슬롯 $(j-1)$을 할당받는다. 따라서 입찰자 $g(i)$의 존재로 인한 입찰자 $g(j)$가 슬롯으로부터 얻는 보수의 감소량은 $(\alpha_{j-1}-\alpha_j)b^{(j)}$이다. 그러므로 입찰자 $g(i)$로 인한 부정적 외부성의 총합, 즉 입찰자 $g(i)$의 지불액은 다음과 같다:

$$p^{V,(i)} = \sum_{j>i}(\alpha_{j-1}-\alpha_j)b^{(j)}.$$

위 식은 다음 점화식과 동치임을 쉽게 확인할 수 있다:

$$\begin{aligned} p^{V,(i)} &= (\alpha_i - \alpha_{i+1})b^{(i+1)} + p^{V,(i+1)} \forall i \leqq N \\ p^{V,(i)} &= 0 \forall i > N \end{aligned}$$

VCG 메커니즘의 가장 중요한 특징은, 입찰자가 자신의 가치를 입찰하는 것이 우월전략(dominant strategy)이라는 것이다(Mas-Colell, Whinston & Green, 1995; Krishna, 2002).

정리. VCG 메커니즘 하에서, 입찰자 k의 우월전략은 $b_k = v_k$이다.

제 2 절 GSP 균형 분석

본 절에서는 GSP의 균형을 분석한다. 이 문제는 두 가지 난점을 지닌다. 첫째, 내쉬 균형이 유일하지 않다는 것이다. 입찰자의 효용이 자신의 입찰가로부터 직접적으로 영향받지 않고 할당된 슬롯 및 바로 다음 입찰가에 의해 결정되기 때문에, 입찰자는 할당된 슬롯이 바뀌지 않는 범위의 모든 입찰가에 대해 무차별(indifferent)하다. 이로 인해 내쉬 균형이 무수히 많이 존재하는데, 이 중 어떤 균형이 현실 예측력이 높을지를 정하기 어렵다.

보다 까다로운 둘째 문제는, 현실의 온라인 광고 경매가 정적(static) 게임이 아닌 동적(dynamic) 게임이라는 것이다. 광고는 검색 엔진 이용자가 키워드를 입력할 때마다 표시되며, 그 사이 광고주는 자신의 입찰가를 자유롭게 변경할 수 있다. 따라서 다수의 기존 문헌은 온라인 광고 경매를 무한 반복(infinitely repeated) 게임 또는 연속 시간(continuous time) 게임으로 모형화하고 있다(Edelman, Ostrovsky & Schwarz, 2007). 무한 반복 게임 및 연속 시간 게임은 일반적으로 매우 방대한 균형집합을 지닌다는 사실이 알려져 있다. 그러나 이러한 균형의 상당수는 너무 복잡한 입찰자 전략에 기반하기 때문에 현실에서 구현되기 어렵다. 따라서 무한히 많은 균형 중에서, 충분히 단순한 전략에 기반하여 높은 현실 예측력을 지니는 균형을 찾아낼 필요가 있다.

1. 내쉬 균형

내쉬 균형에서, 각 입찰자는 입찰가를 바꾸어 다른 슬롯을 할당받고자 할 유인이 없어야 한다. 슬롯 i를 차지한 입찰자 $g(i)$를 고려하자. 입찰자 $g(i)$는 $b^{(i)}$를 입찰했을 때 $\alpha_i(v_{g(i)}-b^{(i+1)})$의 보수를 얻는다. 입찰자 $g(i)$가 입찰가를 높여 슬롯 $j<i$로 옮기려면 구간 $(b^{(j)},b^{(j-1)})$에 속하는 입찰가를 선택해야 한다. 이 경우 클릭당 지불액은 $b^{(j)}$이며, 보수는 $\alpha_j(v_{g(i)}-b^{(j)})$이다. 따라서 균형에서 다음 부등식이 성립해야 한다:

$$\alpha_i(v_{g(i)} - b^{(i+1)}) \geqq \alpha_j(v_{g(i)} - b^{(j)}) \, \forall \, j < i.$$

한편 입찰자 $g(i)$가 입찰가를 낮추어 슬롯 $j > i$로 옮기려면 구간 $(b^{(j+1)}, b^{(j)})$에 속하는 입찰가를 선택해야 한다. 이 경우 클릭당 지불액은 $b^{(j+1)}$이며, 보수는 $\alpha_j(v_{g(i)} - b^{(j+1)})$이다. 따라서 균형에서 다음 부등식이 성립해야 한다:

$$\alpha_i(v_{g(i)} - b^{(i+1)}) \geqq \alpha_j(v_{g(i)} - b^{(j)}) \, \forall \, j < i.$$

그러므로 내쉬 균형은 다음과 같이 정의된다.

정의. 다음 두 조건을 만족하는 입찰가 벡터 $(b_1, \cdots, b_K)$를 **내쉬 균형**이라 한다:

$$\alpha_i(v_{g(i)} - b^{(i+1)}) \geqq \alpha_j(v_{g(i)} - b^{(j)}) \, \forall \, j < i$$
$$\alpha_i(v_{g(i)} - b^{(i+1)}) \geqq \alpha_j(v_{g(i)} - b^{(j)}) \, \forall \, j < i.$$

2. Locally Envy-Free 균형: 정의

본 장의 서두에서 언급하였다시피, 검색 광고 경매 게임은 무한히 많은 내쉬 균형을 지닌다. 이 중 보다 현실 설명력이 높은 균형을 찾기 위해, Edelman, Ostrovsky & Schwarz(2007)는 locally envy-free 균형이라는 개념을 제안하였다. 이 개념의 직관적 동기는 다음과 같다. 슬롯 i를 할당받은 입찰자 $g(i)$를 고려하자. 그는 입찰가를 살짝 높임으로써, 자신의 보수를 그대로 유지하면서 슬롯 $(i-1)$을 할당받은 입찰자 $g(i-1)$의 지불액을 높이고 보수를 낮출 수 있다. 경쟁자의 보수가 낮아지면 장기적으로 추월하기 수월해지므로, 각 입찰자는 이와 같은 전략을 실행할 유인을 지닌다. 입찰자 $g(i-1)$가 이러한 전략에 대한 보복으로써 취할 수 있는 최선은 입찰자 $g(i)$의 기존 입찰가를 제출함으로써, 서로 슬롯을 교환하는 것이다. 안정적인 균형이라면, 입찰자 $g(i-1)$의 보복까지 고려한 입찰자 $g(i)$가 균형에서 이탈할 유인이 없어야 한다. 이로부터, 안정적인 균형이라면 입찰자 $g(i)$는 입찰자 $g(i-1)$과 입찰가를 맞교환할 유인이 없어야 한다는 결론이 도출된다. 이러한 성질을 지닌 균형을 locally envy-free 균형이라 정의한다.

정의. 다음 조건을 만족하는 내쉬 균형 $(b_1,\cdots,b_K)$를 **locally envy-free 균형**이라고 정의한다:

$$\alpha_i v_{g(i)} - p^{(i)} \geqq \alpha_{i-1} v_{g(i)} - p^{(i-1)}.$$

3. Locally Envy-Free 균형: 최소 수입 균형

앞 소절에서 정의한 locally envy-free 균형의 집합은 여전히 유일하지 않다. 본 소절에서는 두 가지 중요한 성질을 지니는 특수한 균형을 구축한다. 첫째, 이 균형에서 각 입찰자의 지불액은 VCG 메커니즘의 우월전략 균형에서의 지불액과 일치한다. 둘째, 이 균형은 locally envy-free 균형 중 검색 엔진에게는 가장 낮은 수입을, 입찰자에게는 가장 높은 보수를 제공한다. 즉, 검색 엔진은 모든 locally envy-free 균형 중 이 균형을 가장 덜 선호하며, 입찰자는 모든 locally envy-free 균형 중 이 균형을 가장 선호한다. 즉, 고려되는 균형의 집합을 locally envy-free 균형으로 축소함으로써, 균형수입에 대한 하한값(lower bound)을 도출할 수 있다.

입찰자를 재배열하여, 일반성을 잃지 않고 $v_1 \geqq v_2 \geqq \cdots \geqq v_K$라 가정하자. 이제 균형 입찰가 벡터를 다음과 같이 정의한다:

$$\begin{aligned} b_1^* &= v_1 \\ b_i^* &= p^{V,(i-1)}/\alpha_{i-1} \,\forall\, 2 \leq i \leq N+1 \\ b_i^* &= 0 \,\forall\, i > N+1 \end{aligned}$$

이 때, 다음이 성립한다.

정리. (i) 입찰가 벡터 $(b_1^*,\cdots,b_K^*)$는 locally envy-free 균형이다.
(ii) 균형 $(b_1^*,\cdots,b_K^*)$ 하에서 각 입찰자의 지불액은 VCG 메커니즘의 우월전략균형에서와 같다.
(iii) 균형 $(b_1^*,\cdots,b_K^*)$ 하에서 각 입찰자의 지불액은 다른 어떤 locally envy-free 균형 하에서보다도 낮다.

제 3 절 상품시장 경쟁과 사회적 후생

1절과 2절에서 기술한 모형은 온라인 광고 경매 과정에 초점을 맞추기 위해 상품시장을 단순화했다. 구체적으로, 상품시장에서의 경쟁은 모형에 명시적으로 도입되지 않고, 각 입찰자의 지불의사, 즉 광고 슬롯의 클릭당 벌어들이는 기대 순이윤으로서 요약되어 나타난다. 그리고 사회적 후생은 각 광고 슬롯의 클릭률과 슬롯을 할당받은 입찰자의 지불의사를 곱한 값, 즉 광고 슬롯 할당으로부터 생성되는 기대 순이윤을 모두 더한 값으로 정의된다. 이는 생산자 후생(광고 슬롯으로부터 생성되는 기대 순이윤에서 광고비를 뺀 값)과 플랫폼 후생(총 광고 수입)의 합과 같다. 이에 따라, 사회적 후생을 극대화하는 문제는 광고 슬롯 할당으로부터 생성되는 기대 순이윤을 극대화하는 문제로 한정된다. 따라서 클릭률이 높은 광고 슬롯을 지불의사가 높은 광고주에게 할당하는 것만으로 사회적 후생은 극대화된다.

이러한 단순화는 광고 경매 자체에 대해서는 정밀한 분석을 가능하게 하지만, 한편으로 사회적 후생 분석 관점에서는 두 가지의 문제를 낳는다. 첫째, 소비자 후생이 고려되지 않는다. 미시경제학의 표준적인 시장 모형에서 사회적 후생은 소비자 후생과 생산자 후생의 합으로 정의된다. 그런데 상술했다시피, 온라인 광고 경매에 대한 기존 문헌은 사회적 후생을 생산자 후생과 플랫폼 후생의 합으로 정의하여 소비자 후생을 누락하고 있다.

둘째, 광고 경매의 결과가 상품시장 경쟁에 미치는 영향을 반영할 수 없다. 온라인 광고 경매의 입찰자, 즉 광고주는 실제로는 상품시장의 생산자이다. 따라서 경매의 결과는 상품시장에서 생산자들의 행동 및 상품시장 경쟁의 결과에 영향을 미친다. 이러한 영향의 중요성은 단순히 이론적인 가능성에 그치지 않고, 현실에서도 관찰된다. 실제로 여러 플랫폼에서 생산자들 사이에 보다 유리한 광고 슬롯을 차지하기 위한 경쟁이 심화됨에 따라 생산자들의 광고비 부담이 가중되고, 이러한 광고비 부담은 부분적으로 상품가격에 반영되어 소비자에게까지 전가될 수 있다는 지적이 제기되고 있다. 이는 광고 경매의 결과가 상품시장에서 생산자 및 소비자의 후생에 미치는 영향이 무시할 수 없는 수준임을 시사한다. 입찰자가 슬

롯으로부터 생성하는 추가 순이윤이 외생적으로 주어진다는 기존 문헌의 가정은 이러한 효과를 무시한다.

요약하자면, 온라인 검색 광고 경매에 대한 기존 문헌의 모형은 사회적 후생에 대한 함의를 도출하기에 부적합하다. 이는 상품시장을 단순화하는 가정으로 인해 (i) 사회적 후생의 정의가 소비자 후생을 포괄하지 못하며, 또한 (ii) 광고 경매의 결과가 상품시장 경쟁에 미치는 영향을 무시하기 때문이다. 따라서 기존 문헌의 모형은 온라인 광고로 인한 혜택의 공정한 배분 및 플랫폼의 시장지배력 등의 문제를 검토하기 위한 이론적 틀로서 한계점을 지닌다.

제 4 장 광고 경매 및 상품시장 경쟁 모형

제3장에서 분석한 온라인 검색 광고 경매의 기존 모형은 경매 자체에 초점을 맞추기 위해 상품시장에서의 경쟁을 명시적으로 모형에 반영하지 않고 단순화한다. 이에 따라, 기존 모형은 (i) 사회적 후생의 정의가 소비자 후생을 포괄하지 못하며, 또한 (ii) 광고 경매의 결과가 상품시장 경쟁에 미치는 영향을 고려하지 못한다. 그러므로 기존 모형은 사회적 후생 분석에 있어 한계점을 지님을 제3장 제3절에서 설명하였다.

이러한 한계점을 극복하기 위해, 본 장에서는 상품시장 경쟁을 명시적으로 도입한 모형을 수립하고 균형을 도출한다. 구체적으로, 제1절에서는 광고 경매와 상품시장 경쟁을 결합하여 구성한 2단계 모형을 수립한다. 경매 메커니즘으로서 제2가격 경매와 최고가격 경매 중 무엇을 사용하느냐에 따라, 그리고 상품시장에서 기업들이 가격과 수량 중 무엇을 선택함으로써 경쟁하느냐에 따라 모형은 4가지 경우로 나뉜다. 제2절부터 제5절까지에서는 각 경우의 균형을 도출한다. 모형에 기반한 사회적 후생 분석은 제5장에서 다룬다.

제 1 절 모 형

1. 소비자, 생산자, 플랫폼

두 기업 1과 2가 부분적으로 차별화된(partially differentiated) 상품을 생산한다. 이하에서 $i,j \in \{1,2\}$, $i \neq j$이다. 플랫폼은 하나의 광고 슬롯을 보유한다. 기업 1과 2의 상품가격을 각각 p_1과 p_2라 하자.

여기서 광고 슬롯이 하나라고 가정하였지만, 광고 슬롯이 두 개인 경우는 광고 슬롯이 하나인 경우와 수학적으로 동치임을 쉽게 확인할 수 있다. 즉, 슬롯이 하

나인 모형에서 슬롯을 차지하지 못한 기업을 슬롯이 두 개인 모형에서 클릭률이 낮은 슬롯을 차지한 기업으로 해석할 수 있다. 그러나 표기상의 편의를 위해, 광고 슬롯이 하나라고 가정하기로 한다.

소비자들의 선호가 특수한 조건을 만족할 때, 개별 소비자 선택의 총합이 한 명의 대표적 소비자(representative consumer)의 선택과 수학적으로 동일한 결과를 낳음이 알려져 있다. 본 연구에서는 이러한 대표적 소비자가 존재한다고 가정한다. 각 상품에 대한 대표적 소비자의 소비량을 q_1과 q_2라 표기할 때, 효용함수는 다음과 같이 주어진다.

(i) 기업 1이 슬롯을 차지할 경우:

$$U=\alpha(q_1+q_2)+\gamma_1 q_1-\frac{1}{2}(q_1^2+q_2^2+2\beta q_1 q_2)-p_1 q_1-p_2 q_2$$

(ii) 기업 2가 슬롯을 차지할 경우:

$$U=\alpha(q_1+q_2)+\gamma_2 q_2-\frac{1}{2}(q_1^2+q_2^2+2\beta q_1 q_2)-p_1 q_1-p_2 q_2$$

광고가 없다고 가정할 때, 대표적 소비자가 두 상품의 소비로부터 얻는 효용은 이차함수 $\alpha(q_1+q_2)-\frac{1}{2}(q_1^2+q_2^2+2\beta q_1 q_2)$로 나타난다. 그리고 상품 구매 비용 $p_1 q_1+p_2 q_2$는 소비자에게 음의 효용을 발생시킨다. 여기서 이차항은 소비자의 효용이 한계효용 체감(diminishing marginal utility)을 따름을 나타낸다. 모수 $0<\beta<1$는 두 기업의 상품 간 동질성의 정도를 나타낸다. 예컨대 $\beta=0$일 경우, 두 상품은 완전하게 차별적(perfectly differentiated)이며 각 기업은 자신의 상품시장에서 독점기업이다. 이 경우 소비자의 효용함수에서 q_1를 포함하는 항들과 q_2를 포함하는 항들을 완전히 분리할 수 있다. 한편 $\beta=1$일 경우, 두 상품은 완전 대체재(perfect substitutes)이다. 이 경우 소비자가 상품의 소비로부터 얻는 효용은 $\alpha(q_1+q_2)-\frac{1}{2}(q_1+q_2)^2$이 되어, 두 상품의 소비량의 합의 함수로 표현 가능하다.

기업 i가 광고 슬롯을 차지할 경우, 대표적 소비자는 상품 i의 소비로부터 $\gamma_i q_i$

의 추가 효용을 얻는다. 이러한 가정은 다음과 같이 두 가지로 해석할 수 있다. 첫째, 대표적 소비자는 현실에 실제로 존재하는 것이 아니라, 다양한 소비자의 선택 결과의 합을 나타낸다. 대표적 소비자를 구성하는 여러 소비자 중 일부는 광고로부터 자신에게 유용한 상품에 대한 정보를 얻어 상품 i를 구매하기로 결정할 수 있다. 이 경우, $\gamma_i q_i$는 이러한 소비자들이 광고로부터의 정보를 통해 선택을 수정함으로써 얻는 추가적 효용을 나타낸다. 둘째, 대표적 소비자를 구성하는 개별 소비자 중 일부에 대해, 해당 상품 소비로부터 얻는 효용이 광고를 접합으로써 직접적으로 증가할 수 있다. 이 경우, $\gamma_i q_i$는 이러한 소비자들의 광고로 인한 효용 증가량을 나타낸다.

여기서 계수 γ_i는 생산자 i의 광고 효과를 나타낸다. 보다 구체적으로, 아래 분석에서 볼 수 있듯이 γ_i는 생산자 i가 광고 슬롯을 차지할 경우 상품 i에 대한 수요함수의 상방 평행이동 폭과 같다. 즉 γ_i가 높을수록, 생산자 i가 광고 슬롯을 차지할 때 수요가 크게 증가한다. 광고 효과 γ_i는 사적정보로서, $(1-p)$의 확률로 $\gamma_i = \gamma_L$의 값을, p의 확률로 $\gamma_i = \gamma_H$의 값을 갖는다고 가정한다. 이 모수들은 $0 < p < 1$, $\gamma_H > \gamma_L > 0$을 만족한다.

γ_i가 높을수록 광고주가 광고 슬롯으로부터 얻을 수 있는 추가 이윤이 크므로, γ_i는 광고 슬롯에 대한 입찰자 i의 지불의사와 밀접한 관련을 지닌다. γ_i가 높을수록 입찰자 i의 지불의사가 높을 것임은 분명하다. 그러나 엄밀하게 말하자면, 본 연구의 모형에서 γ_i는 지불의사와 같지 않다. 일반적으로 지불의사는 입찰자가 재화를 위해 지불할 의사가 있는 최대 금액을 의미한다. 그런데 본 연구의 모형에서는 광고 슬롯으로부터 생성되는 추가 이윤이 상품시장에서의 경쟁 결과에 따라 결정된다. 즉, 광고 슬롯으로부터 생성되는 추가 이윤이 자신과 경쟁자의 전략적 상호작용에 따라 달라질 수 있다. 따라서 입찰자에게 광고 슬롯의 가치는 확정적이지 않으므로, γ_i는 지불의사와 같지 않다. 그러므로 본 연구에서는 지불의사라는 용어를 피하고, γ_i를 타입 또는 광고 효과라고 지칭하기로 한다.

2. 광고 경매

플랫폼은 경매를 통해 광고 슬롯을 판매한다. 광고 경매의 맥락에서는 기업을 광고주 또는 입찰자라고 부르기로 한다. 표준적인 경매의 경우, 낙찰자는 낙찰가를 판매자에게 일시에 지불하는 것이 일반적이다. 이와 달리, 검색 광고 경매에서 경매의 승자가 플랫폼에게 지불하는 광고료는 소비자가 광고를 클릭해 광고주의 웹 사이트로 접속할 때마다 발생한다(cost-per-click; Fridgeirsdottir & Najafi-Asadolahi, 2018). 즉, 광고료는 소비자가 광고를 클릭한 횟수에 비례한다.

예컨대 최고가격 경매를 고려하자. 광고주 i가 b_i를 입찰하여 슬롯을 차지할 경우, 광고료는 단위 낙찰가 b_i에 클릭 수를 곱한 값이다. 이제 광고 낙찰자 수요에서 일정한 비율 $\delta \in (0,1)$이 광고를 클릭한다고 가정하자. 그러면 총 클릭수는 δq_i이므로, 낙찰자 i가 플랫폼에 지불하는 광고료는 $b_i \times \delta q_i$이다. 이제 일반성을 잃지 않고, 표기상의 편의를 위해 δb_i을 b_i로 대체하자. 그러면 최고가격 경매에서 낙찰자가 지불하는 광고료는 $b_i q_i$가 된다.

한편 제2가격 경매의 경우, 낙찰자가 지불하는 클릭당 광고료는 상대 입찰자가 제출한 입찰가이다. 앞 문단에서와 같은 이유로, 기업 i가 광고 슬롯을 차지할 경우 지불하는 광고료는 $b_j q_i$이다.

3. 역수요함수

이제 각 기업의 역수요함수를 도출한다. 대표적 소비자의 효용극대화 문제는 다음과 같이 주어진다:

$$\max_{q_1, q_2} U(q_1, q_2)$$

q_i에 대한 일계 조건은 다음과 같다.

(i) 기업 i가 슬롯을 차지할 경우:

$$\frac{\partial U}{\partial q_i} = \alpha + \gamma_i - (q_i + \beta q_j) - p_i = 0$$

(ii) 기업 j가 슬롯을 차지할 경우:

$$\frac{\partial U}{\partial q_i} = \alpha - (q_i + \beta q_j) - p_i = 0$$

따라서 기업 i의 역수요함수는 다음과 같다.

(i) 기업 i가 슬롯을 차지할 경우:

$$p_i = \alpha + \gamma_i - q_i - \beta q_j$$

(ii) 기업 j가 슬롯을 차지할 경우:

$$p_i = \alpha - q_i - \beta q_j$$

광고 슬롯이 기업 i에게 할당되었을 경우와 그렇지 않은 경우의 역수요함수를 비교함으로써, 광고가 기업 i의 수요를 상방으로 γ_i만큼 평행이동시킴을 확인할 수 있다. 즉 대표적 소비자가 상품 i의 소비로부터 얻는 효용이 광고로 인해 $\gamma_i q_i$만큼 증가하기 때문에, 이에 따라 상품 i의 한계효용을 나타내는 수요는 γ_i만큼 증가한다.

4. 이윤함수

이제 각 기업의 한계생산비용이 $c > 0$으로 일정하다고 가정하자. **제2가격 경매**에서 기업의 이윤함수는 다음과 같다.

(i) 기업 i가 슬롯을 차지할 경우:

$$\pi_i = (\alpha + \gamma_i - q_i - \beta q_j) q_i - (c + b_j) q_i$$

(ii) 기업 j가 슬롯을 차지할 경우:

$$\pi_i = (\alpha - q_i - \beta q_j) q_i - c q_i$$

또한 **최고가격 경매**에서 기업의 이윤함수는 다음과 같다.

(i) 기업 i가 슬롯을 차지할 경우:

$$\pi_i = (\alpha + \gamma_i - q_i - \beta q_j)q_i - (c + b_i)q_i$$

(ii) 기업 j가 슬롯을 차지할 경우:

$$\pi_i = (\alpha - q_i - \beta q_j)q_i - cq_i$$

입찰자 i가 경매에서 승리할 경우 플랫폼에 지불하는 광고료가 제2가격 경매에서는 $b_j q_i$로 상대방의 입찰가에 비례하는 반면, 최고가격 경매에서는 $b_i q_i$로 자신의 입찰가에 비례함에 주목하라. 경매에서 패배한 입찰자의 이윤함수는 제2가격 경매와 최고가격 경매에서 동일하다.

5. 절차 및 균형

게임은 2단계로 진행된다. 1단계에서는 두 기업이 경매에서 광고 슬롯을 두고 경쟁한다. 1단계의 결과로 광고 슬롯이 할당되면 각 기업의 수요가 결정된다. 1단계는 각 기업의 광고 효과 γ_i가 사적정보인 불완전 정보 게임(incomplete information game)이다.

2단계에서는 두 기업이 상품시장에서 경쟁한다. 1단계 종료 후, 경매에서 상대방이 제출한 입찰가를 관측함으로써 각 기업은 상대방의 사적정보를 유추할 수 있다. 따라서 2단계에서는 각 기업의 사적정보가 공통 지식(common knowledge)이라고 가정한다.

1단계의 경매 메커니즘으로는 제2가격 경매와 최고가격 경매를 고려한다. 그리고 2단계의 상품시장 경쟁은 Cournot 또는 Bertrand 모형을 따른다. 전자의 경우 기업의 선택변수는 생산량이며, 후자의 경우 기업의 선택변수는 가격이다. 따라서 〈표 4-1〉과 같이 4가지의 경우가 존재한다.

〈표 4-1〉 경매 메커니즘 및 상품시장 경쟁 방식

	수량 경쟁	가격 경쟁
제2가격 경매	4.2절	4.4절
최고가격 경매	4.3절	4.5절

이어지는 네 개의 절에서는 역진귀납법(backward induction)을 사용하여, 각 경우의 부분게임완전균형(subgame perfect equilibrium)을 도출한다.

제 2 절 제2가격 경매 후 수량 경쟁

본 절에서는 1단계에서는 제2가격 경매를 실시해 광고 슬롯을 할당하고, 2단계에서는 상품시장에서 수량을 선택하여 경쟁하는 모형의 균형을 도출한다.

1. 2단계: 쿠르노 경쟁

광고 슬롯의 낙찰자를 i라 하자. 주어진 q_j에 대해, 기업 i의 이윤 극대화 문제는 다음과 같다.

$$\max_{q_i} \pi_i = (\alpha + \gamma_i - q_i - \beta q_j) q_i - (c + b_j) q_i$$

기업 i의 극대화 문제의 일계 조건은 다음과 같다.

$$\frac{\partial \pi_i}{\partial q_i} = (\alpha - c) + (\gamma_i - b_j) - 2q_i - \beta q_j = 0$$

한편 주어진 q_i에 대해, 기업 j의 이윤 극대화 문제는 다음과 같다.

$$\max_{q_j} \pi_j = (\alpha - q_j - \beta q_i) q_j - c q_j$$

기업 j의 극대화 문제의 일계 조건은 다음과 같다.

$$\frac{\partial \pi_i}{\partial q_i} = (\alpha - c) - 2q_j - \beta q_i = 0$$

연립하여 풀면 다음과 같은 균형생산량을 얻는다.

$$q_i^* = \frac{1}{4-\beta^2}[(2-\beta)(\alpha - c) + 2(\gamma_i - b_j)]$$
$$q_j^* = \frac{1}{4-\beta^2}[(2-\beta)(\alpha - c) - \beta(\gamma_i - b_j)]$$

이를 이윤함수에 대입하면 다음과 같은 축소이윤(reduced profit), 즉 균형이윤을 얻는다.

$$\Pi_i = \left(\frac{1}{4-\beta^2}\right)^2 [(2-\beta)(\alpha - c) + 2(\gamma_i - b_j)]^2$$
$$\Pi_j = \left(\frac{1}{4-\beta^2}\right)^2 [(2-\beta)(\alpha - c) - \beta(\gamma_i - b_j)]^2$$

2. 1단계: 제2가격 경매

타입 γ_L은 b_L^*을 입찰하고, 타입 γ_H는 b_H^*을 입찰하는 순수전략균형을 도출한다.

낮은 타입 타입 γ_L인 입찰자 i가 b를 입찰하고, 상대방은 균형전략을 선택한다고 가정하자. b의 범위에 따른 입찰자 i의 보수는 다음과 같다.

(i) $b < b_L^*$일 경우

이 경우, 입찰자 j의 타입에 상관없이 입찰자 i는 패배한다. 입찰자 i의 보수는 입찰자 j가 높은 타입일 경우 $[(2-\beta)(\alpha - c) - \beta(\gamma_H - b)]^2/(4-\beta^2)^2$이고, 낮은 타입일 경우 $[(2-\beta)(\alpha - c) - \beta(\gamma_L - b)]^2/(4-\beta^2)^2$이다. 그러므로 기대보수는 다음과 같다.

$$\Pi_i^L = \left(\frac{1}{4-\beta^2}\right)^2 \begin{bmatrix} p \cdot [(2-\beta)(\alpha - c) - \beta(\gamma_H - b)]^2 \\ + (1-p) \cdot [(2-\beta)(\alpha - c) - \beta(\gamma_L - b)]^2 \end{bmatrix}$$

(ii) $b > b_L^*$일 경우

이 경우, 입찰자 i는 입찰자 j가 높은 타입일 때 패배하고, 입찰자 j가 낮은 타입일 때 승리한다. 입찰자 i의 보수는 입찰자 j가 높은 타입일 경우 $[(2-\beta)(\alpha-c)-\beta(\gamma_H-b)]^2/(4-\beta^2)^2$이고, 입찰자 j가 낮은 타입일 경우 $[(2-\beta)(\alpha-c)+2(\gamma_L-b_L^*)]^2/(4-\beta^2)^2$이다. 그러므로 기대보수는 다음과 같다.

$$\Pi_i^L = \left(\frac{1}{4-\beta^2}\right)^2 \begin{bmatrix} p \cdot [(2-\beta)(\alpha-c)-\beta(\gamma_H-b)]^2 \\ +(1-p) \cdot [(2-\beta)(\alpha-c)+2(\gamma_L-b_L^*)]^2 \end{bmatrix}$$

(iii) $b = b_L^*$일 경우

이 경우, 입찰자 i는 입찰자 j가 높은 타입일 때 패배하고, 입찰자 j가 낮은 타입일 때 1/2의 확률로 승리하고 1/2의 확률로 패배한다. 입찰자 i의 보수는 입찰자 j가 높은 타입일 경우 $[(2-\beta)(\alpha-c)-\beta(\gamma_H-b)]^2/(4-\beta^2)^2$이고, 낮은 타입일 경우 1/2의 확률로 $[(2-\beta)(\alpha-c)-\beta(\gamma_L-b)]^2/(4-\beta^2)^2$, 1/2의 확률로 $[(2-\beta)(\alpha-c)+2(\gamma_L-b)]^2/(4-\beta^2)^2$이다. 그러므로 기대보수는 다음과 같다.

$$\Pi_i^L = \left(\frac{1}{4-\beta^2}\right)^2 \begin{bmatrix} p \cdot [(2-\beta)(\alpha-c)-\beta(\gamma_H-b_L^*)]^2 \\ +\frac{1-p}{2} \cdot [(2-\beta)(\alpha-c)-\beta(\gamma_L-b_L^*)]^2 \\ +\frac{1-p}{2} \cdot [(2-\beta)(\alpha-c)+2(\gamma_L-b_L^*)]^2 \end{bmatrix}$$

균형조건에 의하면 $b = b_L^*$에서 Π_i^L가 최대값을 가져야 한다. 식으로부터 $b = b_L^*$이 최적이려면 타입 γ_L이 타입 γ_L을 상대로 승리할 경우와 패배할 경우의 보수가 동일해야 함을 알 수 있다. 즉,

$$(2-\beta)(\alpha-c)-\beta(\gamma_L-b_L^*) = (2-\beta)(\alpha-c)+2(\gamma_L-b_L^*)$$

따라서

$$b_L^* = \gamma_L$$

즉 낮은 타입 입찰자는 균형에서 자신의 타입을 입찰한다.

높은 타입 타입 γ_H인 입찰자 i가 b를 입찰하고, 상대방은 균형전략을 선택한다고 가정하자. 그러면 입찰자 i의 보수는 다음과 같다.

(i) $b < b_H^*$일 경우

이 경우, 입찰자 i는 입찰자 j가 높은 타입일 때 패배하고, 입찰자 j가 낮은 타입일 때 승리한다. 입찰자 i의 보수는 입찰자 j가 높은 타입일 경우 $[(2-\beta)(\alpha-c)-\beta(\gamma_H-b)]^2/(4-\beta^2)^2$이고, 입찰자 j가 낮은 타입일 경우 $[(2-\beta)(\alpha-c)+2(\gamma_L-b_L^*)]^2/(4-\beta^2)^2$이다. 그러므로 기대보수는 다음과 같다.

$$\Pi_i^H=\left(\frac{1}{4-\beta^2}\right)^2\begin{bmatrix}p\cdot[(2-\beta)(\alpha-c)-\beta(\gamma_H-b)]^2\\+(1-p)\cdot[(2-\beta)(\alpha-c)+2(\gamma_H-b_L^*)]^2\end{bmatrix}$$

(ii) $b > b_H^*$일 경우

이 경우, 입찰자 j의 타입에 상관없이 입찰자 i는 승리한다. 입찰자 i의 보수는 입찰자 j가 높은 타입일 경우 $[(2-\beta)(\alpha-c)+2(\gamma_H-b_H^*)]^2/(4-\beta^2)^2$이고, 입찰자 j가 낮은 타입일 경우 $[(2-\beta)(\alpha-c)+2(\gamma_H-b_L^*)]^2/(4-\beta^2)^2$이다. 그러므로 기대보수는 다음과 같다.

$$\Pi_i^H=\left(\frac{1}{4-\beta^2}\right)^2\begin{bmatrix}p\cdot[(2-\beta)(\alpha-c)+2(\gamma_H-b_H^*)]^2\\+(1-p)\cdot[(2-\beta)(\alpha-c)+2(\gamma_H-b_L^*)]^2\end{bmatrix}$$

(iii) $b = b_H^*$일 경우

입찰자 i는 입찰자 j가 높은 타입일 때 1/2의 확률로 승리하고 1/2의 확률로 패배하며, 입찰자 j가 낮은 타입일 때 승리한다. 입찰자 i의 보수는 입찰자 j가 높은 타입일 경우 1/2의 확률로 $[(2-\beta)(\alpha-c)-\beta(\gamma_H-b_H^*)]^2/(4-\beta^2)^2$, 1/2의 확률로 $[(2-\beta)(\alpha-c)+2(\gamma_H-b_H^*)]^2/(4-\beta^2)^2$이고, 입찰자 j가 낮은 타입일 경우 $[(2-\beta)(\alpha-c)+2(\gamma_H-b_L^*)]^2/(4-\beta^2)^2$이다.

$$\Pi_i^H = \left(\frac{1}{4-\beta^2}\right)^2 \begin{bmatrix} \frac{p}{2} \cdot [(2-\beta)(\alpha-c) - \beta(\gamma_H - b_H^*)]^2 \\ + \frac{p}{2} \cdot [(2-\beta)(\alpha-c) + 2(\gamma_H - b_H^*)]^2 \\ + (1-p) \cdot [(2-\beta)(\alpha-c) + 2(\gamma_H - b_L^*)] \end{bmatrix}$$

균형조건에 의하면 $b = b_H^*$에서 Π_i^H가 최대값을 가져야 한다. 식으로부터 $b = b_H^*$이 최적이려면 타입 γ_H이 타입 γ_H을 상대로 승리할 경우와 패배할 경우의 보수가 동일해야 함을 알 수 있다. 즉,

$$(2-\beta)(\alpha-c) - \beta(\gamma_H - b_H^*) = (2-\beta)(\alpha-c) + 2(\gamma_H - b_H^*)$$

따라서

$$b_H^* = \gamma_H$$

즉 높은 타입 입찰자는 균형에서 자신의 타입을 입찰한다.

그러므로 다음 정리를 얻는다.

정리 4.1. 제2가격 경매 후 수량 경쟁 모형의 부분게임완전균형은 다음과 같다.
2단계: 1단계의 승자를 i라 할 때, 균형은

$$q_i^* = \frac{1}{4-\beta^2}[(2-\beta)(\alpha-c) + 2(\gamma_i - b_j)]$$
$$q_j^* = \frac{1}{4-\beta^2}[(2-\beta)(\alpha-c) - \beta(\gamma_i - b_j)]$$

1단계: 균형에서 타입 γ_L은 입찰가 γ_L을 제출하며, 타입 γ_H는 입찰가 γ_H를 제출한다.

표준적인 제2가격 경매 모형에서 입찰자의 우월전략(dominant strategy)은 자신의 타입을 그대로 입찰하는 것임이 알려져 있다. 정리 4.1은 이러한 기존 결과가 광고 경매와 상품시장 경쟁을 결합한 모형까지 확장됨을 의미한다.

단, 여기서 정리 4.1이 기존 결과에 의해 사소하게(trivially) 성립하는 것이 아님을 주목할 필요가 있다. 두 기업의 생산량 q_1과 q_2를 고정하면, 1단계 경매 모형에서 각 입찰자의 보수함수는 표준적인 경매 모형의 보수함수의 선형 함수로 표

현될 수 있다. 따라서 만약 두 기업이 생산량을 바꿀 수 없다고 가정하면, 광고 경매와 상품시장 경쟁을 결합한 모형의 균형에서 각 입찰자가 자신의 타입을 그대로 입찰한다는 결과가 제2가격 경매에 대한 기존 결과로부터 사소하게 도출될 것이다. 그러나 본 연구의 모형에서는 1단계인 광고 경매 이후 2단계에서 상품시장 경쟁이 진행된다. 1단계에서 각 기업은 2단계의 결과를 예측하며, 이러한 예측은 1단계의 입찰가 선택에 영향을 미친다. 즉 1단계에서 각 기업이 극대화하고자 하는 목적함수는 생산량이 고정된 상태의 이윤함수가 아니라 2단계의 균형생산량을 이윤함수에 대입하여 얻은 축소이윤함수이며, 이는 표준적인 경매 모형의 보수함수와 다르다. 그러므로 정리 4.1은 2단계의 상품시장 경쟁을 고려했음에도 불구하고, 입찰자가 균형에서 자신의 타입을 그대로 입찰한다는 기존 결과가 여전히 성립한다는 것을 보여준다고 해석할 수 있다.

제 3 절 최고가격 경매 후 수량 경쟁

본 절에서는 1단계에서는 최고가격 경매를 실시해 광고 슬롯을 할당하고, 2단계에서는 상품시장에서 수량을 선택하여 경쟁하는 모형의 균형을 도출한다.

1. 2단계: 쿠르노 경쟁

제2절에서와 같이 풀면 다음 균형생산량을 얻는다.

$$q_i^* = \frac{1}{4-\beta^2}[(2-\beta)(\alpha-c)+2(\gamma_i-b_i)]$$
$$q_j^* = \frac{1}{4-\beta^2}[(2-\beta)(\alpha-c)-\beta(\gamma_i-b_i)]$$

이를 이윤함수에 대입하면 다음과 같은 축소이윤(reduced profit), 즉 균형이윤을 얻는다.

$$\Pi_i = \left(\frac{1}{4-\beta^2}\right)^2 \left[(2-\beta)(\alpha-c)+2(\gamma_i-b_i)\right]^2$$
$$\Pi_j = \left(\frac{1}{4-\beta^2}\right)^2 \left[(2-\beta)(\alpha-c)-\beta(\gamma_i-b_i)\right]^2$$

2. 1단계: 최고가격 경매

이제 역진귀납법에 따라, 각 기업이 2단계에서 균형전략을 선택한다고 가정하고 1단계인 최고가격 경매를 분석한다. 최고가격 경매에서는 순수전략균형(pure strategy equilibrium)이 존재하지 않는다(Fudenberg & Tirole, 1991; Mas-Colell, Whinston & Green, 1995). 타입 γ_L은 순수전략 b^*을 선택하고, 타입 γ_H는 누적분포함수(cumulative distribution function) $F: R \rightarrow [0,1]$을 따라 혼합전략(mixed strategy)을 사용하는 균형을 구한다. 이 때 분포 F의 지지집합(support)이 아래쪽 끝점을 b^*로 하는 폐구간, 즉 $[b^*, \bar{b}]$의 형태를 지녀야 함을 쉽게 증명할 수 있다(Fudenberg & Tirole, 1991; Mas-Colell, Whinston & Green, 1995).

낮은 타입 타입 γ_L을 지닌 입찰자 i가 b를 입찰하고, 상대방은 균형전략을 따른다고 가정하자. 그러면 입찰자 i의 보수는 다음과 같다.

(i) $b < b^*$일 경우

이 경우, 입찰자 j의 타입에 상관없이 입찰자 i는 패배한다. 입찰자 i의 보수는 입찰자 j가 높은 타입일 경우 $[(2-\beta)(\alpha-c)-\beta(\gamma_H-b_j)]^2/(4-\beta^2)^2$이고, 낮은 타입일 경우 $[(2-\beta)(\alpha-c)-\beta(\gamma_L-b^*)]^2/(4-\beta^2)^2$이다.

여기서 표준적인 최고가격 경매 모형과는 달리, 패배 시의 보수가 상대방 입찰가의 함수임에 주목할 필요가 있다. 구체적으로, 입찰자 i의 패배 시 보수는 승리한 입찰자 j의 입찰가 b_j에 대해 증가한다. 표준적인 최고가격 경매 모형의 경우, 낙찰가는 승리한 입찰자의 보수에만 영향을 미치며, 패배한 입찰자의 보수는 0으로 일정하다. 그러나 본 연구의 모형에서는 1단계인 경매의 결과에 기반하여 2단

계인 상품시장 경쟁의 모수가 결정됨에 주의해야 한다. 승리한 입찰자는 상품 생산량 1단위마다 낙찰가만큼의 광고비를 플랫폼에 지불하므로, 낙찰가는 실질적으로 승리한 입찰자의 한계생산비용에 가산된다. 따라서 낙찰가가 높을수록 승리한 입찰자는 상품시장에서 생산량을 소극적으로 늘리게 되며, 이에 따라 패배한 입찰자가 보다 많은 이윤을 벌어들일 기회가 생긴다. 그러므로 승리한 입찰자가 제출한 입찰가가 높을수록 패배한 입찰자의 보수가 높다.

입찰자 i의 보수가 입찰자 j의 입찰가에 대한 함수이고 높은 타입의 입찰자 j는 혼합전략을 사용하므로, 입찰자 i의 기대보수는 높은 타입 입찰자 j의 입찰가에 대한 적분항을 포함하게 된다. 따라서 입찰자 i의 기대보수는 다음과 같다.

$$\Pi_i^L = \left(\frac{1}{4-\beta^2}\right)^2 \begin{bmatrix} p \cdot \int_{b^*}^{\bar{b}} [(2-\beta)(\alpha-c)-\beta(\gamma_H-x)]^2 dF(x) \\ +(1-p) \cdot [(2-\beta)(\alpha-c)-\beta(\gamma_L-b^*)]^2 \end{bmatrix}$$

(ii) $b > b^*$일 경우

이 경우, 높은 타입의 입찰자 j는 혼합전략을 사용하기 때문에, 입찰자 i는 높은 타입의 입찰자 j를 상대로는 때로는 승리하고 때로는 패배하며, 낮은 타입의 입찰자 j를 상대로는 승리한다. 입찰자 i의 보수는 높은 타입의 입찰자 j를 상대로 패배할 경우 $[(2-\beta)(\alpha-c)-\beta(\gamma_H-b_j)]^2/(4-\beta^2)^2$, 높은 타입의 입찰자 j를 상대로 승리할 경우 $[(2-\beta)(\alpha-c)+2(\gamma_L-b)]^2/(4-\beta^2)^2$, 낮은 타입의 입찰자 j를 상대로 $[(2-\beta)(\alpha-c)+2(\gamma_L-b)]^2/(4-\beta^2)^2$이다. 그러므로 기대보수는 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \Pi_i^L &= \left(\frac{1}{4-\beta^2}\right)^2 \begin{bmatrix} p \cdot \int_{b}^{\bar{b}} [(2-\beta)(\alpha-c)-\beta(\gamma_H-x)]^2 dF(x) \\ +p \cdot \int_{b^*}^{b} [(2-\beta)(\alpha-c)+2(\gamma_L-b)]^2 dF(x) \\ +(1-p) \cdot [(2-\beta)(\alpha-c)+2(\gamma_L-b)]^2 \end{bmatrix} \\ &= \left(\frac{1}{4-\beta^2}\right)^2 \begin{bmatrix} p \cdot \int_{b}^{\bar{b}} [(2-\beta)(\alpha-c)-\beta(\gamma_H-x)]^2 dF(x) \\ +p \cdot F(b)[(2-\beta)(\alpha-c)+2(\gamma_L-b)]^2 \\ +(1-p) \cdot [(2-\beta)(\alpha-c)+2(\gamma_L-b)]^2 \end{bmatrix} \end{aligned}$$

(iii) $b=b^*$일 경우

이 경우, 입찰자 i는 입찰자 j가 높은 타입일 때 패배하고, 입찰자 j가 낮은 타입일 때 1/2의 확률로 승리하고 1/2의 확률로 패배한다. 입찰자 i의 보수는 입찰자 j가 높은 타입일 경우 $[(2-\beta)(\alpha-c)-\beta(\gamma_H-b_j)]^2/(4-\beta^2)^2$이고, 낮은 타입일 경우 1/2의 확률로 $[(2-\beta)(\alpha-c)-\beta(\gamma_L-b^*)]^2/(4-\beta^2)^2$, 1/2의 확률로 $[(2-\beta)(\alpha-c)+2(\gamma_L-b^*)]^2/(4-\beta^2)^2$이다. 따라서 기대보수는 다음과 같다.

$$\Pi_i^L=\left(\frac{1}{4-\beta^2}\right)^2\begin{bmatrix} p\cdot\int_{b^*}^{\bar{b}}[(2-\beta)(\alpha-c)-\beta(\gamma_L-x)]^2dF(x) \\ +\frac{1-p}{2}\cdot[(2-\beta)(\alpha-c)-\beta(\gamma_L-b^*)]^2 \\ +\frac{1-p}{2}\cdot[(2-\beta)(\alpha-c)+2(\gamma_L-b^*)]^2 \end{bmatrix}$$

균형조건에 의하면 $b=b^*$에서 Π_i^L가 최대값을 가져야 한다. 식으로부터 $b=b^*$이 최적이려면 타입 γ_L이 타입 γ_L을 상대로 승리할 경우와 패배할 경우의 보수가 같아야 함을 알 수 있다. 따라서 균형에서 다음 식이 성립한다.

$$(2-\beta)(\alpha-c)+2(\gamma_L-b^*)=(2-\beta)(\alpha-c)-\beta(\gamma_L-b^*)$$

정리하면 다음을 얻는다.

$$b^*=\gamma_L$$

즉 낮은 타입 입찰자는 균형에서 자신의 타입을 입찰한다.

높은 타입 이제 타입 γ_H을 지닌 입찰자 i를 고려하자. 상대방은 균형전략을 따른다고 가정한다. 입찰자 i의 입찰가를 b로 표기하자. 입찰자 i는 높은 타입의 입찰자 j를 상대로는 때로는 승리하고 때로는 패배하며, 낮은 타입의 입찰자 j를 상대로는 승리한다. 입찰자 i의 보수는 높은 타입의 입찰자 j를 상대로 패배할 경우 $[(2-\beta)(\alpha-c)-\beta(\gamma_H-b_j)]^2/(4-\beta^2)^2$, 높은 타입의 입찰자 j를 상대로 승리할 경우 $[(2-\beta)(\alpha-c)+2(\gamma_H-b)]^2/(4-\beta^2)^2$, 낮은 타입의 입찰자 j를 상대로

$[(2-\beta)(\alpha-c)+2(\gamma_H-b)]^2/(4-\beta^2)^2$이다. 그러므로 기대보수는 다음과 같다.

$$\Pi_i^H=\left(\frac{1}{4-\beta^2}\right)^2\begin{bmatrix} p\cdot\int_b^{\bar{b}}[(2-\beta)(\alpha-c)-\beta(\gamma_H-x)]^2dF(x) \\ +p\cdot F(b)[(2-\beta)(\alpha-c)+2(\gamma_H-b)]^2 \\ +(1-p)\cdot[(2-\beta)(\alpha-c)+2(\gamma_H-b)]^2 \end{bmatrix}$$

이제 $A:=(2-\beta)(\alpha-c)$라 하자. F가 균형전략이 되려면, Π_i^H의 값이 F의 지지집합 위에서 상수여야 한다. 이는 Π_i^H의 도함수가 구간 $[b^*,\bar{b}]$ 위에서 0이어야 함을 의미한다. 즉,

$$\frac{d}{db}\begin{bmatrix} p\cdot\int_b^{\bar{b}}[A-\beta(\gamma_H-x)]^2dF(x) \\ +p\cdot F(b)[A+2(\gamma_H-b)]^2 \\ +(1-p)\cdot[A+2(\gamma_H-b)]^2 \end{bmatrix}=0$$

위 조건을 정리하면 다음 미분방정식을 얻는다.

$$\frac{f(b)}{F(b)+(1-p)/p}=\frac{2}{(2+\beta)(\gamma_H-b)}+\frac{2}{2A+(2-\beta)(\gamma_H-b)}$$

양변을 적분하면

$$\begin{aligned} &\log\left[F(b)+\frac{1-p}{p}\right] \\ &=-2\cdot\frac{\log[(2+\beta)(\gamma_H-b)]}{2+\beta}-2\cdot\frac{\log[2A+(2-\beta)(\gamma_H-b)]}{2-\beta}+C \\ &=\log\left[\frac{e^C}{[(2+\beta)(\gamma_H-b)]^{2/(2+\beta)}[2A+(2-\beta)(\gamma_H-b)]^{2/(2-\beta)}}\right] \end{aligned}$$

따라서

$$F(b)=\frac{e^C}{[(2+\beta)(\gamma_H-b)]^{2/(2+\beta)}[2A+(2-\beta)(\gamma_H-b)]^{2/(2-\beta)}}-\frac{1-p}{p}$$

적분상수 C는 경계조건 $F(\gamma_L)=0$에 의해 결정된다:

$$
\begin{aligned}
&F(\gamma_L)\\
&=\frac{e^C}{[(2+\beta)(\gamma_H-\gamma_L)]^{2/(2+\beta)}[2A+(2-\beta)(\gamma_H-\gamma_L)]^{2/(2-\beta)}}-\frac{1-p}{p}\\
&=0
\end{aligned}
$$

즉,

$$
e^C=\frac{1-p}{p}\cdot[(2+\beta)(\gamma_H-b)]^{2/(2+\beta)}[2A+(2-\beta)(\gamma_H-b)]^{2/(2-\beta)}
$$

이를 F에 다시 대입하면 다음을 얻는다.

$$
\begin{aligned}
&F(b)\\
&=\frac{1-p}{p}\cdot\left[\frac{\gamma_H-\gamma_L}{\gamma_H-b}\right]^{2/(2+\beta)}\cdot\left[\frac{2A+(2-\beta)(\gamma_H-\gamma_L)}{2A+(2-\beta)(\gamma_H-b)}\right]^{2/(2-\beta)}-\frac{1-p}{p}\\
&=\frac{1-p}{p}\cdot\left[\frac{\gamma_H-\gamma_L}{\gamma_H-b}\right]^{2/(2+\beta)}\cdot\left[\frac{2(\alpha-c)+(\gamma_H-\gamma_L)}{2(\alpha-c)+(\gamma_H-b)}\right]^{2/(2-\beta)}-\frac{1-p}{p}
\end{aligned}
$$

단, F는 누적분포함수이므로 1보다 큰 값을 가질 수 없다. 위 식의 값이 1보다 큰 경우, F의 값은 1이다.

그러므로 다음 정리를 얻는다.

정리 4.2. 최고가격 경매 후 수량 경쟁의 부분게임완전균형은 다음과 같다.
2단계: 1단계의 승자를 i라 할 때, 균형은

$$
\begin{aligned}
q_i^*&=\frac{1}{4-\beta^2}[(2-\beta)(\alpha-c)+2(\gamma_i-b_i)]\\
q_j^*&=\frac{1}{4-\beta^2}[(2-\beta)(\alpha-c)-\beta(\gamma_i-b_i)]
\end{aligned}
$$

1단계: 균형에서 타입 γ_L은 입찰가 γ_L을 제출하며, 타입 γ_H는 다음 누적분포함수를 갖는 혼합전략을 사용한다:

$$
\begin{aligned}
&F(b)=\\
&\min\left[\frac{1-p}{p}\cdot\left[\left[\frac{\gamma_H-\gamma_L}{\gamma_H-b}\right]^{\frac{2}{2+\beta}}\cdot\left[\frac{2(\alpha-c)+(\gamma_H-\gamma_L)}{2(\alpha-c)+(\gamma_H-b)}\right]^{\frac{2}{2-\beta}}-1\right],1\right]
\end{aligned}
$$

본 연구의 모수에 대응하는 표준적인 최고가격 경매 모형의 균형은 다음과 같이 주어짐이 알려져 있다(Fudenberg & Tirole, 1991; Mas-Colell, Whinston & Green, 1995). 즉 타입 γ_L은 입찰가 γ_L을 제출하며, 타입 γ_H는 다음 누적분포함수에 따라 혼합전략을 사용한다:

$$G(b) = \min\left[\frac{1-p}{p}\left(\frac{\gamma_H-\gamma_L}{\gamma_H-b}-1\right),1\right]$$

제 4 절 제2가격 경매 후 가격 경쟁

본 절에서는 1단계에서는 제2가격 경매를 실시해 광고 슬롯을 할당하고, 2단계에서는 상품시장에서 가격을 선택하여 경쟁하는 모형의 균형을 도출한다.

1. 이윤함수

1절에서는 두 기업의 이윤을 생산량의 함수로서 기술하였다. 가격 경쟁 모형을 분석하기 위해, 우선 두 기업의 이윤을 가격의 함수로 바꾸어 기술한다. 광고 슬롯의 낙찰자를 i라 하자. 두 기업의 역수요함수는 다음과 같이 주어진다.

$$\begin{aligned} p_i &= \alpha+\gamma_i-q_i-\beta q_j \\ p_j &= \alpha-q_j-\beta q_i \end{aligned}$$

즉,

$$\begin{bmatrix} p_i \\ p_j \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha+\gamma_i \\ \alpha \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 1 & \beta \\ \beta & 1 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} q_i \\ q_j \end{bmatrix}$$

수량 변수에 대해 정리하면

$$\begin{aligned} \begin{bmatrix} q_i \\ q_j \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} 1 & \beta \\ \beta & 1 \end{bmatrix}^{-1}\left(\begin{bmatrix} \alpha+\gamma_i \\ \alpha \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} p_i \\ p_j \end{bmatrix}\right) \\ \begin{bmatrix} q_i \\ q_j \end{bmatrix} &= \frac{1}{1-\beta^2}\begin{bmatrix} 1 & -\beta \\ -\beta & 1 \end{bmatrix}\left(\begin{bmatrix} \alpha+\gamma_i \\ \alpha \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} p_i \\ p_j \end{bmatrix}\right) \end{aligned}$$

따라서 두 기업의 수요함수는 다음과 같다.

$$q_i = \frac{1}{1-\beta^2}[(1-\beta)\alpha + \gamma_i - p_i + \beta p_j]$$
$$q_j = \frac{1}{1-\beta^2}[(1-\beta)\alpha - \beta\gamma_i - p_j + \beta p_i]$$

따라서 **제2가격 경매**에서 두 기업의 이윤함수는 다음과 같이 주어진다.

$$\pi_i = \frac{1}{1-\beta^2}[(1-\beta)\alpha + \gamma_i - p_i + \beta p_j](p_i - c - b_j)$$
$$\pi_j = \frac{1}{1-\beta^2}[(1-\beta)\alpha - \beta\gamma_i - p_j + \beta p_i](p_j - c)$$

2. 2단계: 가격 경쟁

광고 슬롯의 낙찰자를 i라 하자. 주어진 p_j에 대해, 기업 i의 이윤 극대화 문제는 다음과 같다.

$$\max_{p_i}\pi_i = \frac{1}{1-\beta^2}[(1-\beta)\alpha + \gamma_i - p_i + \beta p_j](p_i - c - b_j)$$

기업 i의 극대화 문제의 일계 조건은 다음과 같다.

$$\frac{\partial \pi_i}{\partial p_i} = \frac{1}{1-\beta^2}\frac{\partial}{\partial p_i}[(1-\beta)\alpha + \gamma_i - p_i + \beta p_j](p_i - c - b_j) = 0$$

즉

$$p_i = \frac{(1-\beta)\alpha + \gamma_i + c + b_j}{2} + \frac{\beta}{2}p_j$$

한편 주어진 p_i에 대해, 기업 j의 이윤 극대화 문제는 다음과 같다.

$$\max_{p_j}\pi_j = \frac{1}{1-\beta^2}[(1-\beta)\alpha - \beta\gamma_i - p_j + \beta p_i](p_j - c)$$

기업 j의 극대화 문제의 일계 조건은 다음과 같다.

$$\frac{\partial \pi_j}{\partial p_j} = \frac{1}{1-\beta^2}\frac{\partial}{\partial p_j}[(1-\beta)\alpha - \beta\gamma_i - p_j + \beta p_i](p_j - c) = 0$$

연립하여 풀면 다음과 같은 균형가격을 얻는다.

$$p_i^* = \frac{1}{4-\beta^2}[(1-\beta)(2+\beta)\alpha + (2-\beta^2)\gamma_i + (2+\beta)c + 2b_j]$$
$$p_j^* = \frac{1}{4-\beta^2}[(1-\beta)(2+\beta)\alpha - \beta\gamma_i + (2+\beta)c + \beta b_j]$$

이를 이윤함수에 대입하면 다음과 같은 축소이윤(reduced profit), 즉 균형이윤을 얻는다.

$$\Pi_i^* = \frac{1}{1-\beta^2}\left(\frac{1}{4-\beta^2}\right)^2 \begin{bmatrix} (1-\beta)(2+\beta)\alpha + (2-\beta^2)\gamma_i \\ +(2+\beta)c + 2b_j - (4-\beta^2)(c+b_j) \end{bmatrix}^2$$
$$\Pi_j^* = \frac{1}{1-\beta^2}\left(\frac{1}{4-\beta^2}\right)^2 \begin{bmatrix} (1-\beta)(2+\beta)\alpha - \beta\gamma_i \\ +(2+\beta)c + \beta b_j - (4-\beta^2)c \end{bmatrix}^2$$

3. 1단계: 제2가격 경매

타입 γ_L은 b_L^*을 입찰하고, 타입 γ_H는 b_H^*을 선택하는 순수전략균형을 도출한다.

낮은 타입 타입 γ_L인 입찰자 i가 b를 입찰하고, 상대방은 균형전략을 선택한다고 가정하자. 그러면 입찰자 i의 보수는 다음과 같다.

(i) $b < b_L^*$일 경우,

$$\Pi_i^L = \frac{1}{1-\beta^2}\left(\frac{1}{4-\beta^2}\right)^2$$
$$\times \begin{bmatrix} (1-p)[(1-\beta)(2+\beta)\alpha - \beta\gamma_L + (2+\beta)c + \beta b - (4-\beta^2)c]^2 \\ +p[(1-\beta)(2+\beta)\alpha - \beta\gamma_H + (2+\beta)c + \beta b - (4-\beta^2)c]^2 \end{bmatrix}$$

(ii) $b > b_L^*$일 경우,

$$\Pi_i^L = \frac{1}{1-\beta^2}\left(\frac{1}{4-\beta^2}\right)^2 \times \begin{bmatrix} (1-p)[(1-\beta)(2+\beta)\alpha+(2-\beta^2)\gamma_L+(2+\beta)c+2b_L^*-(4-\beta^2)(c+b_L^*)]^2 \\ +p[(1-\beta)(2+\beta)\alpha-\beta\gamma_H+(2+\beta)c+\beta b-(4-\beta^2)c]^2 \end{bmatrix}$$

(iii) $b = b_L^*$일 경우,

$$\Pi_i^L = \frac{1}{1-\beta^2}\left(\frac{1}{4-\beta^2}\right)^2 \times \begin{bmatrix} \frac{1-p}{2}[(1-\beta)(2+\beta)\alpha-\beta\gamma_L+(2+\beta)c+\beta b-(4-\beta^2)c]^2 \\ \frac{1-p}{2}[(1-\beta)(2+\beta)\alpha+(2-\beta^2)\gamma_L+(2+\beta)c+2b_L^*-(4-\beta^2)(c+b_L^*)]^2 \\ +p[(1-\beta)(2+\beta)\alpha-\beta\gamma_H+(2+\beta)c+\beta b_L^*-(4-\beta^2)c]^2 \end{bmatrix}$$

균형조건에 의하면 $b = b_L^*$에서 Π_i^L이 최대값을 가져야 한다. 식으로부터 $b = b_L^*$이 최적이려면 타입 γ_L이 타입 γ_L을 상대로 승리할 경우와 패배할 경우의 보수가 동일해야 함을 알 수 있다. 즉,

$$\begin{aligned} &(1-\beta)(2+\beta)\alpha-\beta\gamma_L+(2+\beta)c+\beta b_L^*-(4-\beta^2)c \\ &=(1-\beta)(2+\beta)\alpha+(2-\beta^2)\gamma_L+(2+\beta)c+2b_L^*-(4-\beta^2)(c+b_L^*) \end{aligned}$$

따라서

$$b_L^* = \gamma_L$$

높은 타입 타입 γ_H인 입찰자 i가 b를 입찰하고, 상대방은 균형전략을 선택한다고 가정하자. 그러면 입찰자 i의 보수는 다음과 같다.

(i) $b < b_H^*$일 경우,

$$\Pi_i^H = \frac{1}{1-\beta^2}\left(\frac{1}{4-\beta^2}\right)^2 \times \begin{bmatrix} p[(1-\beta)(2+\beta)\alpha-\beta\gamma_H+(2+\beta)c+\beta b-(4-\beta^2)c]^2 \\ +(1-p)[(1-\beta)(2+\beta)\alpha+(2-\beta^2)\gamma_H+(2+\beta)c+2b_L^*-(4-\beta^2)(c+b_L^*)]^2 \end{bmatrix}$$

(ii) $b > b_H^*$일 경우,

$$\Pi_i^H = \frac{1}{1-\beta^2}\left(\frac{1}{4-\beta^2}\right)^2 \times \begin{bmatrix} (1-p)[(1-\beta)(2+\beta)\alpha + (2-\beta^2)\gamma_H + (2+\beta)c + 2b_L^* - (4-\beta^2)(c+b_L^*)]^2 \\ +p[(1-\beta)(2+\beta)\alpha + (2-\beta^2)\gamma_H + (2+\beta)c + 2b_H^* - (4-\beta^2)(c+b_H^*)]^2 \end{bmatrix}$$

(iii) $b = b_H^*$일 경우,

$$\Pi_i^H = \frac{1}{1-\beta^2}\left(\frac{1}{4-\beta^2}\right)^2 \begin{bmatrix} \frac{p}{2}[(1-\beta)(2+\beta)\alpha - \beta\gamma_H + (2+\beta)c + \beta b_H^* - (4-\beta^2)c]^2 \\ +\frac{p}{2}[(1-\beta)(2+\beta)\alpha + (2-\beta^2)\gamma_H + (2+\beta)c + 2b_H^* - (4-\beta^2)(c+b_H^*)]^2 \\ +(1-p)[(1-\beta)(2+\beta)\alpha + (2-\beta^2)\gamma_H + (2+\beta)c + 2b_L^* - (4-\beta^2)(c+b_L^*)]^2 \end{bmatrix}$$

균형조건에 의하면 $b = b_H^*$에서 Π_i^H가 최대값을 가져야 한다. 식으로부터 $b = b_H^*$이 최적이려면 타입 γ_H이 타입 γ_H를 상대로 승리할 경우와 패배할 경우의 보수가 동일해야 함을 알 수 있다. 즉,

$$\begin{aligned} &(1-\beta)(2+\beta)\alpha + (2-\beta^2)\gamma_H + (2+\beta)c + 2b_H^* - (4-\beta^2)(c+b_H^*) \\ &= (1-\beta)(2+\beta)\alpha - \beta\gamma_H + (2+\beta)c + \beta b_H^* - (4-\beta^2)c \end{aligned}$$

따라서

$$b_H^* = \gamma_H$$

그러므로 다음 정리를 얻는다.

정리 4.3. 제2가격 경매 후 가격 경쟁 모형의 부분게임완전균형은 다음과 같다.
2단계: 1단계의 승자를 i라 할 때, 균형은

$$p_i^* = \frac{1}{4-\beta^2}[(1-\beta)(2+\beta)\alpha + (2-\beta^2)\gamma_i + (2+\beta)c + 2b_j]$$
$$p_j^* = \frac{1}{4-\beta^2}[(1-\beta)(2+\beta)\alpha - \beta\gamma_i + (2+\beta)c + \beta b_j]$$

1단계: 균형에서 타입 γ_L은 입찰가 γ_L을 제출하며, 타입 γ_H는 입찰가 γ_H를 제출한다.

제 5 절 최고가격 경매 후 가격 경쟁

본 절에서는 1단계에서는 최고가격 경매를 실시해 광고 슬롯을 할당하고, 2단계에서는 상품시장에서 가격을 선택하여 경쟁하는 모형의 균형을 도출한다.

1. 2단계: 가격 경쟁

제4절에서와 같은 이유로, 두 기업의 이윤함수는 다음과 같이 주어진다.

$$\pi_i = \frac{1}{1-\beta^2}[(1-\beta)\alpha + \gamma_i - p_i + \beta p_j](p_i - c - b_i)$$
$$\pi_j = \frac{1}{1-\beta^2}[(1-\beta)\alpha - \beta\gamma_i - p_j + \beta p_i](p_i - c)$$

제4절에서와 같이 풀면 다음 균형가격을 얻는다.

$$p_i^* = \frac{1}{4-\beta^2}[(1-\beta)(2+\beta)\alpha + (2-\beta^2)\gamma_i + (2+\beta)c + 2b_i]$$
$$p_j^* = \frac{1}{4-\beta^2}[(1-\beta)(2+\beta)\alpha - \beta\gamma_i + (2+\beta)c + \beta b_i]$$

이를 이윤함수에 대입하면 다음과 같은 축소이윤(reduced profit), 즉 균형이윤을 얻는다.

$$\Pi_i^* = \frac{1}{1-\beta^2}\left(\frac{1}{4-\beta^2}\right)^2[(1-\beta)(2+\beta)(\alpha - c) + (2-\beta^2)(\gamma_i - b_i)]^2$$
$$\Pi_j^* = \frac{1}{1-\beta^2}\left(\frac{1}{4-\beta^2}\right)^2[(1-\beta)(2+\beta)(\alpha - c) - \beta(\gamma_i - b_i)]^2$$

2. 1단계: 최고가격 경매

3절에서와 같이, 최고가격 경매에서는 순수전략균형(pure strategy equilibrium)이 존재하지 않는다(Fudenberg & Tirole, 1991; Mas-Colell, Whinston & Green, 1995). 타입 γ_L은 순수전략 b^*을 선택하고, 타입 γ_H는 누적분포함수

(cumulative distribution function) $F: R \rightarrow [0,1]$을 따라 혼합전략(mixed strategy)을 사용하는 균형을 구한다.

낮은 타입 타입 γ_L을 지닌 입찰자 i가 b를 입찰하고, 상대방은 균형전략을 따른다고 가정하자. 그러면 입찰자 i의 보수는 다음과 같다.

(i) $b < b^*$일 경우,

$$\Pi_i^L = \frac{1}{1-\beta^2}\left(\frac{1}{4-\beta^2}\right)^2 \times \begin{bmatrix} p\int_{b^*}^{\bar{b}} [(1-\beta)(2+\beta)(\alpha-c)-\beta(\gamma_H-x)]^2 dF(x) \\ +(1-p)[(1-\beta)(2+\beta)(\alpha-c)-\beta(\gamma_L-b^*)]^2 \end{bmatrix}$$

(ii) $b > b^*$일 경우,

$$\Pi_i^L = \frac{1}{1-\beta^2}\left(\frac{1}{4-\beta^2}\right)^2 \times \begin{bmatrix} p\int_{b}^{\bar{b}} [(1-\beta)(2+\beta)(\alpha-c)-\beta(\gamma_H-x)]^2 dF(x) \\ +p\int_{b^*}^{b} [(1-\beta)(2+\beta)(\alpha-c)+(2-\beta^2)(\gamma_L-b)]^2 dF(x) \\ +(1-p)[(1-\beta)(2+\beta)(\alpha-c)+(2-\beta^2)(\gamma_L-b)]^2 \end{bmatrix}$$

(iii) $b = b^*$일 경우,

$$\Pi_i^L = \frac{1}{1-\beta^2}\left(\frac{1}{4-\beta^2}\right)^2 \times \begin{bmatrix} p\int_{b^*}^{\bar{b}} [(1-\beta)(2+\beta)(\alpha-c)-\beta(\gamma_H-x)]^2 \\ +\frac{1-p}{2}[(1-\beta)(2+\beta)(\alpha-c)-\beta(\gamma_L-b^*)]^2 \\ +\frac{1-p}{2}[(1-\beta)(2+\beta)(\alpha-c)+(2-\beta^2)(\gamma_L-b^*)]^2 \end{bmatrix}$$

균형조건에 의하면 $b = b_L^*$에서 Π_i^L이 최대값을 가져야 한다. 식으로부터 $b = b_L^*$이 최적이려면 타입 γ_L이 타입 γ_L을 상대로 승리할 경우와 패배할 경우의 보수가 동일해야 함을 알 수 있다. 즉,

$$
\begin{aligned}
&(1-\beta)(2+\beta)(\alpha-c)-\beta(\gamma_L-b^*) \\
&=(1-\beta)(2+\beta)(\alpha-c)+(2-\beta^2)(\gamma_L-b^*)
\end{aligned}
$$

따라서

$$b_L^* = \gamma_L$$

높은 타입 타입 γ_H를 지닌 입찰자 i가 b를 입찰하고, 상대방은 균형전략을 따른다고 가정하자. 그러면 입찰자 i의 보수는 다음과 같다.

$$
\begin{aligned}
\Pi_i^H = &\ \frac{1}{1-\beta^2}\left(\frac{1}{4-\beta^2}\right)^2 \\
&\times \begin{bmatrix} p\int_b^{\bar{b}}[(1-\beta)(2+\beta)(\alpha-c)-\beta(\gamma_H-x)]^2 dF(x) \\ +pF(b)[(1-\beta)(2+\beta)(\alpha-c)+(2-\beta_H^{2)(\gamma}-b)]^2 \\ +(1-p)[(1-\beta)(2+\beta)(\alpha-c)+(2-\beta^2)(\gamma_H-b)]^2 \end{bmatrix}
\end{aligned}
$$

이제 $A := (1-\beta)(2+\beta)(\alpha-c)$라 하자. F가 균형전략이 되려면, Π_i^H의 값이 F의 지지집합 위에서 상수여야 한다. 이는 Π_i^H의 도함수가 구간 $[b^*, \bar{b}]$ 위에서 0이어야 함을 의미한다. 즉,

$$
\frac{d}{db}\begin{bmatrix} p\int_b^{\bar{b}}[A-\beta(\gamma_H-x)]^2 dF(x) \\ +pF(b)[A+(2-\beta^2)(\gamma_H-b)]^2 \\ +(1-p)[A+(2-\beta^2)(\gamma_H-b)]^2 \end{bmatrix} = 0
$$

위 조건을 정리하면 다음 미분방정식을 얻는다.

$$
\begin{aligned}
&\frac{f(b)}{F(b)+(1-p)/p} \\
&=(2-\beta^2)\left[\frac{1}{2A+(2+\beta)(1-\beta)(\gamma_H-b)}+\frac{1}{(2-\beta)(1+\beta)(\gamma_H-b)}\right]
\end{aligned}
$$

양변을 적분하면

$$\begin{aligned}
&\log\left[F(b)+\frac{1-p}{p}\right] \\
&=-(2-\beta^2)\times\left[\begin{array}{l}\dfrac{\log[2A+(2+\beta)(1-\beta)(\gamma_H-b)]}{(2+\beta)(1-\beta)} \\ +\dfrac{\log[(2-\beta)(1+\beta)(\gamma_H-b)]}{(2-\beta)(1+\beta)}\end{array}\right]+C \\
&=\log\left[e^C\Big/\left[\begin{array}{l}[2A+(2+\beta)(1-\beta)(\gamma_H-b)]^{\frac{2-\beta^2}{(2+\beta)(1-\beta)}} \\ [(2-\beta)(1+\beta)(\gamma_H-b)]^{\frac{2-\beta^2}{(2-\beta)(1+\beta)}}\end{array}\right]\right]
\end{aligned}$$

따라서

$$F(b)=e^C\Big/\left[\begin{array}{l}[2A+(2+\beta)(1-\beta)(\gamma_H-b)]^{\frac{2-\beta^2}{(2+\beta)(1-\beta)}} \\ [(2-\beta)(1+\beta)(\gamma_H-b)]^{\frac{2-\beta^2}{(2-\beta)(1+\beta)}}\end{array}\right]-\frac{1-p}{p}$$

적분상수 C는 경계조건 $F(\gamma_L)=0$에 의해 결정된다:

$$F(\gamma_L)=e^C\Big/\left[\begin{array}{l}[2A+(2+\beta)(1-\beta)(\gamma_H-\gamma_L)]^{\frac{2-\beta^2}{(2+\beta)(1-\beta)}} \\ [(2-\beta)(1+\beta)(\gamma_H-\gamma_L)]^{\frac{2-\beta^2}{(2-\beta)(1+\beta)}}\end{array}\right]-\frac{1-p}{p}=0$$

즉,

$$e^C=\frac{1-p}{p}\left[\begin{array}{l}[2A+(2+\beta)(1-\beta)(\gamma_H-\gamma_L)]^{\frac{2-\beta^2}{(2+\beta)(1-\beta)}} \\ [(2-\beta)(1+\beta)(\gamma_H-\gamma_L)]^{\frac{2-\beta^2}{(2-\beta)(1+\beta)}}\end{array}\right]$$

이를 다시 F에 대입하면 다음을 얻는다.

$$
\begin{aligned}
&F(b)\\
&=\frac{1-p}{p}\left[\left[\frac{2A+(2+\beta)(1-\beta)(\gamma_H-\gamma_L)}{2A+(2+\beta)(1-\beta)(\gamma_H-b)}\right]^{\frac{2-\beta^2}{(2+\beta)(1-\beta)}}\right.\\
&\qquad\left.\times\left[\frac{\gamma_H-\gamma_L}{\gamma_H-b}\right]^{\frac{2-\beta^2}{(2-\beta)(1+\beta)}}\right]-\frac{1-p}{p}\\
&=\frac{1-p}{p}\left[\left[\frac{2(\alpha-c)+(\gamma_H-\gamma_L)}{2(\alpha-c)+(\gamma_H-b)}\right]^{\frac{2-\beta^2}{(2+\beta)(1-\beta)}}\right.\\
&\qquad\left.\times\left[\frac{\gamma_H-\gamma_L}{\gamma_H-b}\right]^{\frac{2-\beta^2}{(2-\beta)(1+\beta)}}\right]-\frac{1-p}{p}
\end{aligned}
$$

단, F는 누적분포함수이므로 1보다 큰 값을 가질 수 없다. 위 식의 값이 1보다 큰 경우, F의 값은 1이다.

그러므로 다음 정리를 얻는다.

정리. 최고가격 경매 후 가격 경쟁의 부분게임완전균형은 다음과 같다.
2단계: 1단계의 승자를 i라 할 때, 균형은

$$
\begin{aligned}
p_i^* &= \frac{1}{4-\beta^2}[(1-\beta)(2+\beta)\alpha+(2-\beta^2)\gamma_i+(2+\beta)c+2b_i]\\
p_j^* &= \frac{1}{4-\beta^2}[(1-\beta)(2+\beta)\alpha-\beta\gamma_i+(2+\beta)c+\beta b_i]
\end{aligned}
$$

1단계: 균형에서 타입 γ_L은 입찰가 γ_L을 제출하며, 타입 γ_H는 다음 누적분포함수를 갖는 혼합전략을 사용한다:

$$
\begin{aligned}
&F(b)=\\
&\min\left[\frac{1-p}{p}\left[\left[\frac{2(\alpha-c)+(\gamma_H-\gamma_L)}{2(\alpha-c)+(\gamma_H-b)}\right]^{\frac{2-\beta^2}{(2+\beta)(1-\beta)}}\right.\right.\\
&\qquad\left.\left.\times\left[\frac{\gamma_H-\gamma_L}{\gamma_H-b}\right]^{\frac{2-\beta^2}{(2-\beta)(1+\beta)}}\right]-\frac{1-p}{p},1\right]
\end{aligned}
$$

제 5 장 사회적 후생 분석

4장에서는 광고 경매와 상품시장 경쟁을 결합한 모형을 수립하고, 경매 메커니즘 및 상품시장 경쟁 방식에 따라 네 가지 경우로 나누어 균형을 도출하였다. 이 장에서는 4장의 결과를 바탕으로, 사회적 후생에 대한 함의를 도출한다. 제1절에서는 사회적 후생의 크기 및 생산자, 소비자, 플랫폼 간 분배가 모수값에 따라 달라지는 양상을 분석한다. 제2절에서는 최고가격 경매와 제2가격 경매가 생성하는 사회적 후생의 크기를 비교한다. 표기상의 편의를 위해, 본 장에서는 일반성을 잃지 않고 $c=0$이라고 가정한다.

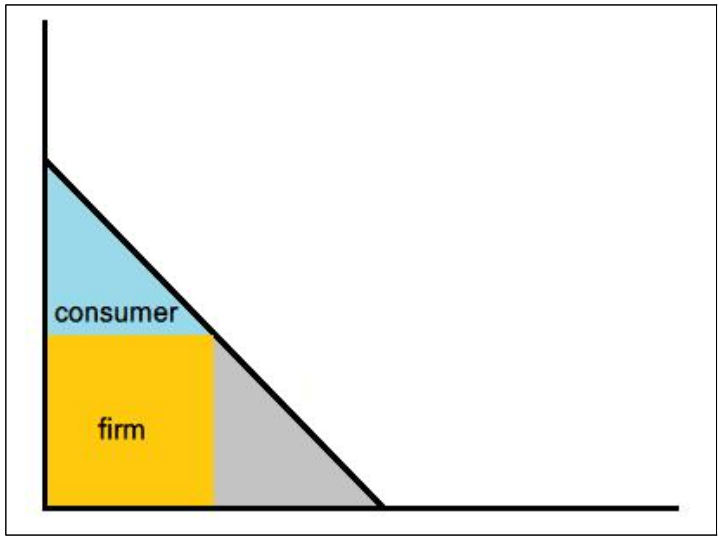
제 1 절 사회적 후생의 크기 및 배분

본 절에서는 광고 슬롯을 통해 생성된 사회적 후생의 크기 및 생산자, 소비자, 플랫폼 간 배분 문제를 분석한다. 분석의 편의를 위해 $\beta=0$인 경우, 즉 두 생산자가 완전히 차별화된 상품(perfectly differentiated good)을 생산하며, 각자의 상품시장에서 독점기업인 경우에 초점을 맞춘다.

1. 광고가 없는 경우의 상품시장

광고 슬롯이 없는 경우를 우선 고려하자. 수요곡선이 우하향하는 직선이고 한계생산비용 c가 일정할 때, 독점기업의 최적 가격-생산량은 수요곡선에서 한계생산비용곡선보다 윗부분의 중점임이 알려져 있다. 따라서 각 생산자의 상품시장은 다음 그림과 같이 나타난다.

[그림 5-1] 광고 슬롯이 없는 경우의 상품시장



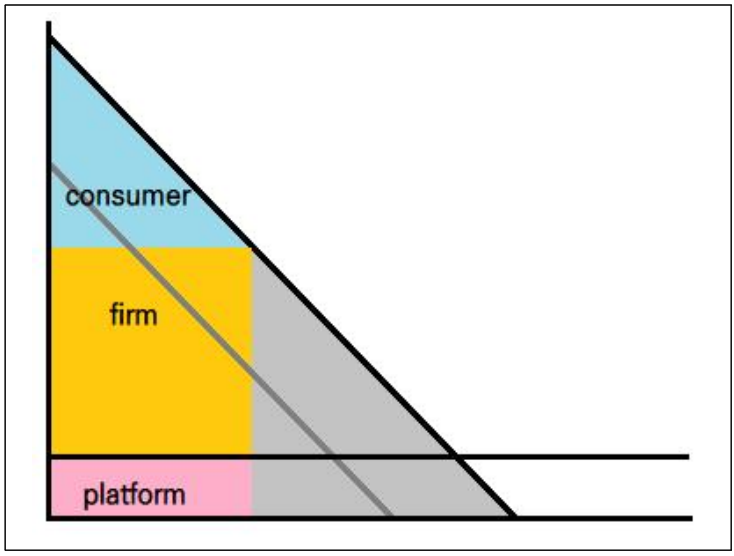
자료: 저자 작성

여기서 노란색 사각형은 생산자 후생, 파란색 삼각형은 소비자 후생, 회색 삼각형은 자중손실(deadweight loss)을 나타낸다.

2. 광고 슬롯을 차지한 생산자의 상품시장

이제 생산자가 광고 슬롯을 차지한 경우를 고려하자. 4장에서 설명한 바와 같이, 광고 슬롯을 차지한 생산자 i의 수요곡선은 상방으로 γ_i만큼 평행이동한다. 한편 생산자 i는 생산량에 비례하여 플랫폼에 광고비를 지불한다. 이는 생산자의 한계비용곡선이 단위 광고료 B_i만큼 상방으로 평행이동하는 것과 같은 효과를 지닌다. 여기서 단위 광고료 B_i는 최고가격 경매의 경우 승자의 입찰가 b_i와 같고, 제2가격 경매의 경우 패자의 입찰가 b_j와 같다. 앞에서와 같은 이유로, 독점기업의 최적 가격-생산량은 평행이동한 수요곡선에서 평행이동한 한계비용곡선보다 윗부분의 중점이다. 따라서 상품시장은 다음 그림과 같이 나타난다.

[그림 5-2] 광고 슬롯을 차지한 경우의 상품시장(타입>단위 광고료)



자료: 저자 작성

여기서 빨간색 사각형의 가로와 세로는 각각 생산량 및 단위 광고료와 같으므로, 빨간색 사각형의 넓이는 플랫폼의 수입을 나타낸다. 균형에서 경매 승자의 타입이 항상 단위 광고료 이상이므로, 수요곡선의 상방 이동 폭 γ_i가 한계비용곡선의 상방 이동 폭 B_i보다 크거나 같다. 따라서 광고 슬롯이 없는 경우와 비교할 때, 수요곡선과 한계비용곡선으로 둘러싸인 직각이등변삼각형의 가로와 높이는 두 곡선의 평행이동 폭 차이 $(\gamma_i - B_i)$만큼 증가한다. 이에 따라, 독점기업의 생산량 및 가격-비용 마진(price-cost margin)은 그 절반인 $(\gamma_i - B_i)/2$만큼 증가한다. 이 크기만큼 생산자 후생을 나타내는 노란색 사각형 및 소비자 후생을 나타내는 파란색 삼각형에서 가로와 세로 길이가 늘어남을 볼 수 있다.

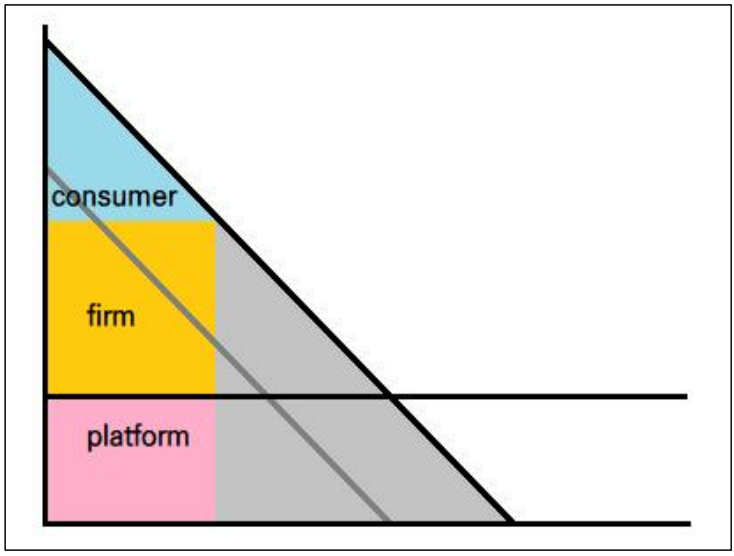
사회적 후생은 소비자 후생을 나타내는 파란색 삼각형, 생산자 후생을 나타내는 노란색 사각형, 플랫폼 수입을 나타내는 빨간색 사각형의 합으로 나타난다. 광고가 사회적 후생에 미치는 영향은 직접적 채널과 간접적 채널의 두 가지로 나누어

이해할 수 있다. 우선 직접적 채널은 상품시장 균형의 변화를 고려하지 않은, 수요곡선의 상방 이동이 사회적 후생에 미치는 직접적인 영향을 가리킨다. 주어진 생산량 q_i에 대해, 직접적 채널에 의한 사회적 후생 증분의 크기는 $\gamma_i q_i$와 같다. 직접적 채널로 인한 사회적 후생 증분의 크기는 광고 효과 γ_i에 비례하지만, 단위 광고료 B_i의 값과는 무관함에 주목하라. 한편 단위 광고료 B_i는 증분이 광고주와 플랫폼 사이에 어떻게 배분되는가를 결정한다. 단위 광고료가 높을수록 직접적 채널로 인한 사회적 후생 증분에서 플랫폼이 차지하는 비중이 높고, 광고주가 차지하는 비중이 낮다.

한편 간접적 채널은 광고로 인한 균형생산량의 증가가 사회적 후생에 미치는 영향을 가리킨다. [그림 5 - 2]로부터 소비자 후생과 생산자 후생은 균형생산량의 제곱에 비례하고, 플랫폼의 후생은 균형생산량에 비례함을 확인할 수 있다. 균형생산량의 증가량은 수요곡선과 한계비용곡선의 상방 이동 폭 사이 차이인 $(\gamma_i - B_i)$에 의해 비례한다. 따라서 $(\gamma_i - B_i)$의 값이 클수록 간접적 채널로 인한 사회적 후생의 증가량이 크다.

4장에서 확인했다시피, 균형에서 두 입찰자의 타입에 따라 경매 승자의 타입과 단위 광고료가 같은 경우가 발생할 수 있다. 제2가격 경매에서 이러한 경우는 두 입찰자의 타입이 모두 γ_L이거나 두 입찰자의 타입이 모두 γ_H일 때 나타난다. 또한 최고가격 경매에서 이러한 경우는 두 입찰자의 타입이 모두 γ_L일 때 나타난다. 경매 승자의 타입과 단위 광고료가 같은 경우, 수요곡선과 한계비용곡선의 상방 이동 폭은 같다. 따라서 경매 승자의 상품시장은 다음 그림과 같이 나타난다.

[그림 5-3] 광고 슬롯을 차지한 경우의 상품시장(타입=단위 광고료)



자료: 저자 작성

수요곡선과 한계비용곡선의 상방 이동 폭이 같으므로, 수요곡선과 한계비용곡선으로 둘러싸인 삼각형의 크기는 광고가 없는 경우와 같다. 그러므로 독점기업의 생산량 및 가격-비용 마진은 광고 슬롯이 없는 경우와 같고, 이에 따라 생산자 후생과 소비자 후생의 크기 또한 광고 슬롯이 없는 경우와 동일하다. 수요곡선의 상방 평행이동으로 인한 사회적 후생의 증분은 모두 플랫폼이 차지한다.

3. 제2가격 경매

이제 제2가격 경매를 고려하자. 균형에서 각 입찰자는 자신의 타입을 입찰하므로($b_i = \gamma_i$), 두 광고주의 타입이 같을 경우($\gamma_1 = \gamma_2$) 경매 승자가 지불하는 단위 광고료는 자신의 타입과 같다. 즉 경매 승자 i의 수요곡선과 한계생산비용곡선이 모두 γ_i만큼 상방 평행이동하므로, 이 경우는 [그림 5-3]에 해당한다. 생산자와 소비자의 후생은 광고가 없는 경우와 동일하고, 광고 도입으로 인한 사회적 후생 증분은 플랫폼이 모두 차지한다. 한편 두 광고주의 타입이 다를 경우($\gamma_i = \gamma_H$, $\gamma_j = \gamma_L$),

경매 승자 i의 수요곡선은 γ_H만큼 상방 이동하는 반면, 한계생산비용곡선은 γ_L만큼 상방 이동한다. 따라서 이 경우는 [그림 5 - 2]로 나타난다. 즉, 광고가 소비자, 생산자, 플랫폼의 후생을 모두 증가시킨다.

이제 예컨대 이제 높은 타입과 낮은 타입 간 차이($\gamma_H - \gamma_L$)가 크지 않은 경우를 고려하자. 그러면 두 광고주의 타입이 다른 경우, 경매 승자의 상품시장은 [그림 5-2]로 나타나지만 실제로는 [그림 5 - 3]에 상당히 가까울 것이다. 따라서 광고가 생산자와 소비자의 후생을 높이기는 하지만, 그 증분은 작고, 사회적 후생 증분의 대부분을 플랫폼이 차지하게 된다.

한편 두 광고주의 타입이 다를 확률은 $p(1-p)$이다. 따라서 각 광고주가 높은 타입을 가질 확률 p가 1/2에서 멀고 양 극단값인 0이나 1에 가까울수록 두 광고주의 타입이 같은 경우는 자주 발생하고, 다른 경우는 드물게 발생한다.

이로부터(i) 두 광고주의 타입 간 격차($\gamma_H - \gamma_L$)이 작고, 또한(ii) p가 1/2로부터 멀고 양 극단값인 0이나 1에 가까울 경우 광고로 인한 사회적 후생 증분이 작고, 또한 이러한 사회적 후생 증분을 플랫폼이 대부분 차지함을 알 수 있다. 바꾸어 말하면 두 광고주의 타입 간 격차($\gamma_H - \gamma_L$)의 값이 크고, 또한 p가 0이나 1로부터 멀고 1/2에 가까울수록 광고로 인한 사회적 후생 증분의 값이 크고, 사회적 후생 증분이 생산자, 소비자, 플랫폼 간에 고르게 분배된다.

4. 최고가격 경매

최고가격 경매에서도 유사한 결론을 얻을 수 있다. 우선 4장에서 도출한 식으로부터, 균형입찰전략이 아핀 불변성(affine invariance)을 지님을 확인할 수 있다. 구체적으로, $\gamma_L = 0$, $\gamma_H = 1$인 특수 경우의 균형입찰전략을 s^*라고 할 때, 일반적인 γ_L, γ_H에서의 균형입찰전략은 $b^* = (\gamma_H - \gamma_L)s^* + \gamma_L$로 주어진다. 그러므로 두 광고주의 타입 간 격차($\gamma_H - \gamma_L$)가 작을 경우, 낙찰자의 타입과 입찰가 사이의 차이는 이에 비례해서 작아진다.

다음으로 p가 0에 가까운 경우를 고려하자. 이 경우 두 광고주가 모두 낮은 타

입인 경우가 빈번하게 발생한다. 그런데 낮은 타입은 균형에서 자신의 타입을 그대로 입찰하므로, 두 광고주가 모두 낮은 타입인 경우의 시장은 [그림 5-3]으로 나타난다. 즉 사회적 후생 증분이 작고, 사회적 후생 증분을 플랫폼이 전부 차지하는 경우가 빈번하게 발생한다.

한편 p가 1에 가까운 경우, 균형입찰전략의 식으로부터 높은 타입 입찰자가 제출하는 입찰가의 확률 분포가 γ_H 바로 아래 영역에 집중됨을 알 수 있다. 이는 높은 타입 입찰자가 경매에서 승리할 경우, 시장이 [그림 5-2]로 나타나지만 실제로는 [그림 5-3]에 매우 근접하게 나타날 것임을 의미한다. 따라서 이 경우 사회적 후생의 증분이 작고, 후생 증분에서 플랫폼이 차지하는 비율이 높다.

그러므로 원리는 다르지만 제2가격 경매에서와 같이, (i) 두 광고주의 타입 간 차이($\gamma_H - \gamma_L$)가 작고, 또한 (ii) p가 1/2로부터 멀고 양 극단값인 0이나 1에 가까울 경우 광고로 인한 사회적 후생 증분이 작고, 또한 사회적 후생 증분을 플랫폼이 대부분 차지한다.

직관적으로, 조건 (i)과 (ii)는 타입의 확률 분포가 좁은 영역에 집중되어 있음을 의미한다. 따라서 위의 논의로부터, 광고 효과, 즉 광고가 생산자의 수요에 미치는 영향의 확률 분포가 좁은 영역에 집중되어 있을 경우 광고로 인한 사회적 후생의 증분이 작고, 사회적 후생 증분의 대부분을 플랫폼이 차지함을 알 수 있다. 바꾸어 말하면, 광고 효과의 확률 분포가 넓은 영역에 퍼져 있을수록 광고가 사회적 후생에 미치는 긍정적 영향이 크며, 사회적 후생의 증분이 생산자, 소비자, 플랫폼 간에 고르게 분배된다.

현실의 온라인 검색 광고 경매에서 동일한 키워드의 광고 슬롯을 두고 경쟁하는 기업들은 상당히 동질적일 것으로 생각된다. 예컨대 “OOO 지역 음식점”이라는 키워드에 입찰한 광고주들은 지리적으로 서로 근접한 음식점들이며, “남성용 화장품”이라는 키워드에 입찰한 광고주들은 유사한 특성을 지닌 화장품을 생산할 것이다. 이 경우, 일반적으로 기업 간 동질성으로 인해 광고 효과 또한 기업 간에 크게 다르지 않을 것이라고 예측할 수 있다. 이는 광고 효과의 확률 분포가 넓은 영역에 퍼져 있기보다는 좁은 영역에 집중되는 경향성을 지닐 것임을 의미한다.

제 2 절 경매 메커니즘 간 후생 비교

이 절에서는 최고가격 경매와 제2가격 경매가 생성하는 사회적 후생의 값을 비교한다. 일반성을 잃지 않고 $\gamma_L = 0$이라고 가정하고, $\gamma := \gamma_H$로 표기하자. 사후적(ex-post) 사회적 후생은 다음과 같이 정의된다:

$$\begin{aligned} w &:= \alpha(q_1 + q_2) + \gamma_i - \frac{1}{2}(q_1^2 + q_2^2 + 2\beta q_1 q_2) \\ &= H(q_1, q_2) + \gamma_i q_i \end{aligned}$$

단, 여기서 $H(q_1, q_2) := \alpha(q_1 + q_2) - \frac{1}{2}(q_1^2 + q_2^2 + 2\beta q_1 q_2)$이며, i는 슬롯을 할당받은 입찰자를 가리킨다.

1. 수량 경쟁

우선 상품시장에서 두 기업이 수량을 선택하여 경쟁하는 경우를 고려하자. 최고가격 경매의 균형에서 사전적(ex-ante) 사회적 후생은 다음과 같이 주어진다:

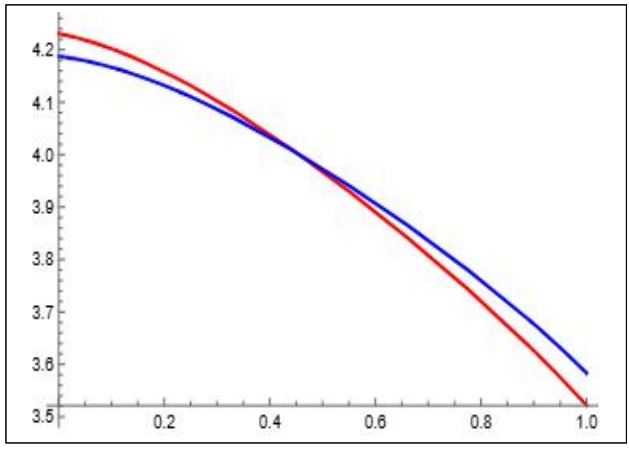
$$\begin{aligned} W^I =& (1-p)^2 \cdot H\left(\frac{\alpha}{2+\beta}, \frac{\alpha}{2+\beta}\right) \\ &+ 2p(1-p) \cdot \int_{\gamma_L}^{\bar{b}} \left[H\left(\frac{(2-\beta)\alpha + 2(\gamma - b)}{4-\beta^2}, \frac{(2-\beta)\alpha - \beta(\gamma - b)}{4-\beta^2}\right) \right. \\ &\qquad \left. + \gamma \frac{(2-\beta)\alpha + 2(\gamma - b)}{4-\beta^2} \right] dF(b) \\ &+ p^2 \cdot 2 \int_{\gamma_L}^{\bar{b}} \int_{\gamma_L}^{b} \left[H\left(\frac{(2-\beta)\alpha + 2(\gamma - b)}{4-\beta^2}, \frac{(2-\beta)\alpha - \beta(\gamma - b)}{4-\beta^2}\right) \right. \\ &\qquad \left. + \gamma \frac{(2-\beta)\alpha + 2(\gamma - b)}{4-\beta^2} \right] dF(b')dF(b) \end{aligned}$$

한편 제2가격 경매의 균형에서 사전적(ex-ante) 사회적 후생은 다음과 같이 주어진다:

$$
\begin{aligned}
W^{II} &= (1-p)^2 \cdot H\left(\frac{\alpha}{2+\beta}, \frac{\alpha}{2+\beta}\right) \\
&+ 2p(1-p) \cdot \left[H\left(\frac{(2-\beta)\alpha+2\gamma}{4-\beta^2}, \frac{(2-\beta)\alpha-\beta\gamma}{4-\beta^2}\right) + \gamma\frac{(2-\beta)\alpha+2\gamma}{4-\beta^2}\right] \\
&+ p^2 \cdot \left[H\left(\frac{\alpha}{2+\beta}, \frac{\alpha}{2+\beta}\right) + \gamma\frac{\alpha}{2+\beta}\right].
\end{aligned}
$$

사회적 후생을 나타내는 식의 복잡성으로 인해, 본 연구에서는 두 메커니즘의 사회적 후생 비교 결과에 대한 일반적인 결과를 증명하지 못했다. 이러한 한계점을 보완하기 위해, 수치해석을 통해 두 메커니즘의 사회적 후생을 계산하고, 다양한 모수값에 대한 수치해석 결과로부터 공통적으로 관측되는 패턴을 패턴을 기술하기로 한다. 수량 경쟁 하에서, 최고가격 경매와 제2가격 경매의 사회적 후생을 수치해석을 통해 계산한 결과는 [그림 5-4]와 같다.

[그림 5-4] 메커니즘 간 사회적 후생 비교: 수량 경쟁



가로축: β, 세로축: 사회적 후생 W
빨간색: 최고가격 경매, 파란색: 제2가격 경매
자료: 저자 작성

그림으로부터 상품 간 대체성 β가 낮을 경우 최고가격 경매가 제2가격 경매보다 높은 사회적 후생을 생성하는 반면, 상품 간 대체성 β가 높을 경우 제2가격 경매가 최고가격 경매보다 높은 사회적 후생을 생성함을 확인할 수 있다. 이러한 패

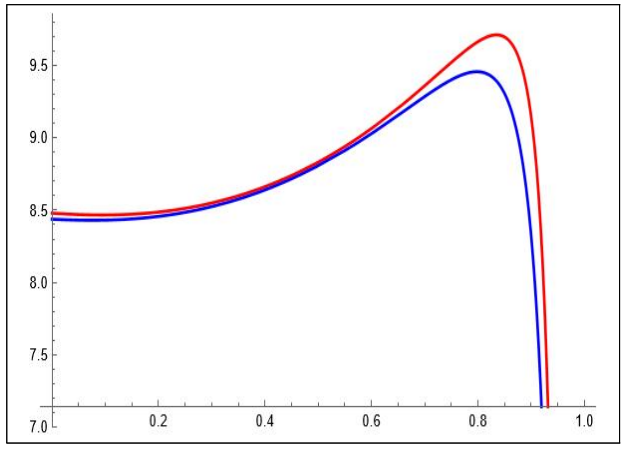
턴은 모수 값을 다양하게 변화시켜도 일관적으로 관측되었다.

현실의 온라인 검색 엔진에서 동일한 광고 슬롯을 놓고 경쟁하는 기업들의 상품 간 대체성은 상당히 높을 것으로 예상된다. 동일한 키워드에 해당하는 광고 슬롯을 원하는 기업들은 동종 업계에서 경쟁할 가능성이 높기 때문이다. 수치해석 결과에 따르면 이러한 조건이 성립할 때 제2가격 경매가 최고가격 경매보다 높은 사회적 후생을 생성한다. 그러므로 생산자들이 상품시장에서 수량을 선택하는 방식으로 경쟁할 경우, 현실에서 높은 안정성으로 인해 널리 사용되고 있는 제2가격 경매가 사회적 후생 관점에서도 바람직함을 알 수 있다.

2. 가격 경쟁

다음으로, 상품시장에서 두 기업이 가격을 선택하여 경쟁하는 경우를 고려하자. 앞에서와 유사하게, 수치해석을 통해 최고가격 경매와 제2가격 경매의 사회적 후생을 계산한 결과는 [그림 5-5]와 같다.

[그림 5-5] 메커니즘 간 사회적 후생 비교: 가격 경쟁



가로축: β, 세로축: 사회적 후생 W
빨간색: 최고가격 경매, 파란색: 제2가격 경매
자료: 저자 작성

그림으로부터 수량 경쟁의 경우와 달리, 상품 간 대체성 β에 무관히 최고가격 경매가 제2가격 경매보다 높은 사회적 후생을 생성함을 확인할 수 있다. 이번에도 이러한 패턴은 모수 값을 변화시켜도 일관적으로 관측되었다.

이에 더해, β값이 낮은 영역에서는 두 경매의 사회적 후생 간 차이가 크지 않은 반면, β값이 높은 영역에서는 최고가격 경매가 제2가격 경매에 비해 유의미하게 더 높은 사회적 후생을 생성한다. 수량 경쟁의 경우에서 설명했듯이, 동일한 키워드의 광고 슬롯을 두고 경쟁하는 기업 간에는 상품 간 대체성 β가 높다고 볼 수 있다.

요약하자면, 최고가격 경매와 제2가격 경매 간 사회적 후생 비교의 결과는 상품 시장에서 두 기업이 수량과 가격 중 무엇을 선택하여 경쟁하는가에 따라 달라진다. 즉 현실에 보다 가까울 것으로 생각되는 경우인 상품 간 대체성 β가 높은 영역에서, 수량 경쟁의 경우 제2가격 경매의 사회적 후생이 최고가격 경매보다 높으며, 가격 경쟁의 경우 반대로 최고가격 경매의 사회적 후생이 제2가격 경매보다 높다. 이러한 상반되는 결과는 일반적으로 사회적 후생의 관점에서 최고가격 경매와 제2가격 경매 중 어느 메커니즘을 사용하는 것이 바람직한지 결정하기 어려움을 시사한다.

제 6 장 결 론

1997년 Overture에 의해 처음 도입된 이래, 온라인 검색 광고 시장은 표적 광고의 용이성에 힘입어 빠르게 성장해 왔다. 현재 온라인 광고 시장에서 검색 광고는 절반 이상의 비중을 차지하고 있다. 그러나 플랫폼 이용자가 많아질수록 소비자와 광고주가 플랫폼으로부터 얻는 효용이 증가하는 산업 특성상, 자연스럽게 소수의 플랫폼이 시장 대부분을 점유하게 되었다. 이에 따라 플랫폼의 시장지배력에 대한 우려 또한 제기되었다. 그러나 플랫폼의 규모가 클수록 효율이 높아지는 한편, 동시에 시장지배력으로 인한 부작용 또한 커진다는 상충관계로 인해, 플랫폼이 어느 정도의 규모를 지니는 것이 사회적으로 바람직한가, 다시 말해 플랫폼의 시장지배력을 어느 정도까지 제한해야 하는가는 확답을 내리기 어려운 문제로 남아 있다. 이러한 정책을 수립하기 위해서는 플랫폼의 시장지배력이 사회적 후생에 대해 갖는 함의에 대한 면밀한 분석이 필요하다.

온라인 검색 광고에 대한 기존 문헌은 경매 과정 자체에 초점을 맞추기 위해, 상품시장에서의 경쟁을 단순화하여 분석하였다. 구체적으로, 상품시장에서의 경쟁 결과는 각 입찰자가 클릭당 얻을 수 있는 순이윤으로 요약되어 나타난다. 여기서 순이윤은 외생적으로 주어진 모수라는 점이 중요하다.

이러한 단순화 가정으로 인해 경매의 균형과 플랫폼의 수입에 대한 심도 있는 분석이 가능하지만, 한편으로 사회적 후생에 대한 분석이 지나치게 단순화된다고 볼 수 있다. 기존 문헌에서 사회적 후생은 광고 슬롯으로부터 생성되는 총 순이윤으로 정의되었다. 즉, 사회적 후생은 각 광고 슬롯의 클릭률과 슬롯을 할당받은 광고주의 클릭당 순이윤을 곱한 값의 합과 같다. 이러한 정의 하에서, 사회적 후생을 극대화하는 문제는 클릭당 순이윤이 높은 광고주에게 클릭률이 높은 광고 슬롯을 할당하는 문제로 한정된다. 일반적으로 사용되는 대부분의 메커니즘은 균형에서 클릭률이 높은 광고 슬롯을 클릭당 순이윤이 높은 광고주에게 할당하기

때문에, 사회적 후생 극대화는 사소하게 달성된다고 볼 수 있다.

기존 문헌의 사회적 후생 분석은 크게 두 가지 측면에서 한계점을 지닌다. 첫째, 사회적 후생의 정의가 소비자 후생을 포괄하지 않는다. 앞서 설명하였듯이 기존 문헌에서 사회적 후생은 광고 슬롯으로부터 생성되는 총 순이윤으로 정의되는데, 이는 플랫폼의 후생과 생산자 후생을 합한 값과 같다. 즉 표준적인 미시경제 모형에서 사회적 후생을 소비자 후생과 생산자 후생의 합으로 정의하는 데 반해, 온라인 검색 광고 경매에 대한 기존 문헌의 정의는 소비자 후생을 나타내는 항을 포함하지 않는다.

둘째, 경매의 결과가 상품시장 경쟁에 미치는 영향을 무시한다. 상술한 바와 같이, 기존 문헌에서 상품시장의 경쟁 결과는 각 광고주의 클릭당 순이윤으로 나타난다. 이 값은 외생적으로 주어진 모수이기 때문에, 이러한 모형에서는 경매의 결과로 인해 상품시장 경쟁 단계에서 발생하는 변화를 반영할 수 없다. 그러나 본 연구에서 밝혔듯이, 경매의 결과로 결정된 클릭당 광고료는 상품시장 경쟁 단계에서 광고 슬롯 낙찰자의 한계비용 상승으로 반영되며, 이는 사회적 후생에 중요한 영향을 미친다.

이러한 한계점을 극복하고 온라인 검색 광고 시장의 사회적 후생 분석에 적합한 이론적 틀을 마련하기 위해, 본 연구에서는 경매와 상품시장 경쟁을 결합한 모형을 수립하였다. 1단계에서 기업들은 광고 슬롯을 두고 경매에서 경쟁한다. 경매에서 승리한 기업은 광고의 효과로 인해 수요가 증가한다. 2단계에서 기업들은 상품시장에서 경쟁한다. 이와 같이 상품시장 경쟁을 명시적으로 모형화함으로써 소비자 후생을 포함하도록 사회적 후생을 정의할 수 있다. 또한 부분게임완전균형을 도출하기 위해 역진귀납법을 사용하는 과정에서 경매의 결과는 상품시장 경쟁에 반영되며, 또한 입찰자들은 경매의 결과가 상품시장 균형에 미칠 영향을 고려하여 입찰가를 선택하게 된다.

경매와 상품시장 경쟁을 결합한 모형을 분석하여, 본 연구에서는 두 가지의 주요 결과를 도출하였다. 첫 번째로 광고로 인한 사회적 후생 증분의 값이 크기 위

한 조건, 그리고 사회적 후생 증분이 소비자, 생산자, 플랫폼 간에 고르게 분배되기 위한 조건을 탐구하였다. 분석 결과에 따르면, 입찰자의 광고 효과, 즉 광고로 인한 수요 증가량의 확률 분포가 좁은 영역에 집중되어 있을수록 광고로 인한 사회적 후생 증분의 값이 작고, 사회적 후생 증분에서 플랫폼이 차지하는 몫이 크다. 바꾸어 말하자면, 입찰자의 광고 효과 분포가 넓은 영역에 퍼져 있을수록 광고로 인한 사회적 후생 증분의 값이 크고, 사회적 후생 증분이 소비자, 생산자, 플랫폼 간에 고르게 배분된다.

두 번째로, 주요 메커니즘인 최고가격 경매와 제2가격 경매 하에서 사회적 후생의 크기를 비교하였다. 다양한 모수값 하에서의 수치해석으로부터 관측된 패턴은 다음과 같다. 생산자들이 상품시장에서 수량을 선택하여 경쟁할 때, 상품 간 대체성이 높으면 제2가격 경매가 최고가격 경매보다 높은 사회적 후생을 생성하고, 상품 간 대체성이 낮으면 반대가 성립한다. 반면 가격 경쟁의 경우, 상품 간 대체성의 값에 관계없이 최고가격 경매가 제2가격 경매보다 높은 사회적 후생을 생성한다.

본 연구의 의의는 사회적 후생 분석에 초점을 맞추어 검색 광고 시장을 분석하기 위한 이론적 틀을 수립한 점에 있다. 온라인 검색 광고의 급격한 성장에 따라, 광고 시장에서 소수 플랫폼이 지닌 시장지배력에 대한 우려가 제기되어 왔다. 기존 연구들은 경매 메커니즘의 분석에 초점을 맞추기 위해 상품시장의 경쟁을 단순화하였고, 이로 인해 사회적 후생, 시장지배력 등 정책적 관점의 분석을 수행하기에는 한계점을 지닌다. 본 연구는 이러한 문헌의 공백을 메움으로써, 검색 광고로부터 발생하는 사회적 편익의 극대화 및 균등한 배분을 위한 정책 수립의 이론적 근거를 제공한다.

본 연구의 주된 한계점은 다음과 같다. 첫째, 광고가 수요에 미치는 영향에 대한 제한적인 가정을 도입하였다. 구체적으로, 광고 낙찰자의 수요에서 일정한 비율이 광고를 클릭한다고 가정하였다. 이러한 가정은 광고가 수요에 미치는 영향에 대한 지나친 단순화일 수 있다. 둘째, 본 연구에서는 경매가 1회 진행되는 불완전정보게임을 분석하였다. 그러나 제2장에서 기술하였듯이, 실제 검색 광고 경매는 실시간으로 입찰가를 바꿀 수 있는 동적 게임이다. 따라서 본 연구의 모형은 검색

광고 경매가 동적이기 때문에 나타나는 다양한 전략적 상호작용을 단순화한다고 볼 수 있다. 이에 더해, 경매가 반복됨에 따라 입찰자가 경쟁자의 타입에 대해 정보를 얻을 수 있다는 사실을 반영하지 못한다. 이러한 한계점은 본 연구의 결과를 현실 정책 수립에 적용함에 있어 주의가 필요함을 시사한다. 향후 광고가 소비자의 구매 행위에 미치는 영향에 대한 보다 현실성 높은 가정을 도입하거나, 또는 모형을 동적으로 확장함으로써 본 연구에서 도출한 주요 결과의 강건성을 검증할 필요가 있다.

참 고 문 헌

[국내 문헌]

박세환(2021), 「온라인 검색광고 중개플랫폼의 시장지배적지위 남용행위 규제 - EU 구글 Adsense 사건을 중심으로」, 『상사법연구』, 40(1), 265-306.

오창우(2013), 「온라인 검색광고 광고주의 불만요인 분석」, 『정치커뮤니케이션 연구』, 29, 185-226.

이병규(2016), 「인터넷 검색광고의 법적 제문제 - 규제방안 재정립을 중심으로」, 『성균관법학』, 28(3), 345-390.

이병준, 박미영(2018), 「온라인 검색광고 플랫폼과 소상공인의 보호」, 『유통법연구』, 5(1), 93-135.

이준호(2008), 「인터넷광고의 현황과 주요 이슈」, 『정보통신정책』, 20(14), 1-10.

최연구, 김진우, 안소윤(2011), 「On-Line 검색광고 경매의 이론소개」, 『The Korean Journal of Economics』, 18(1), 3-46.

[해외문헌]

Balseiro, S.R., Besbes, O. & Weintraub, G.Y.(2015). Repeated Auctions with Budgets in Ad Exchanges: Approximations and Design. Management Science, 61(4), 864-884.

Despotakis, S., Ravi, R. & Sayedi, A.(2021). First-Price Auctions in Online Display Advertising. Journal of Marketing Research, 58(5), 888-907.

Edelman, B., Ostrovsky, M., & Schwarz, M.(2007). Internet Advertising and the Generalized Second-Price Auction: Selling Billions of

Dollars Worth of Keywords. American Economic Review, 97(1), 242-259.

Edelman, B., & Ostrovsky, M.(2007). Strategic Bidder Behavior in Sponsored Search Auctions. Decision Support Systems, 43(1), 192-198.

Edelman, B., & Schwarz, M.(2010). Optimal Auction Design and Equilibrium Selection in Sponsored Search Auctions. American Economic Review, 100(2), 597-602.

Fudenberg, D. & Tirole, J.(1991). Game Theory. MIT Press.

Fridgeirsdottir, K. & Najafi-Asadolahi, S.(2018). Cost-per-Impression Pricing for Display Advertising. Operations Research, 66(3), 653-672.

Katona, Z. & Sarvary, M.(2010). The Race for Sponsored Links: Bidding Patterns for Search Advertising. Marketing Science, 29(2), 199-215.

Koh, Y.(2013). Keyword Auctions with Budget-Constrained Bidders. Review of Economic Design, 17, 307-321.

Krishna, V.(2002). Auction Theory. Academic Press.

Lahaie, S.(2006). An Analysis of Alternative Slot Auction Designs for Sponsored Search. Proceedings of the 7th ACM Conference on Electronic Commerce, 218-227.

Lahaie, S., & Pennock, D. M.(2007). Revenue Analysis of a Family of Ranking Rules for Keyword Auctions. Proceedings of the 8th ACM Conference on Electronic Commerce, 50-56.

Mas-Colell, A., Whinston, M. D., & Green, J. R.(1995). Microeconomic Theory. Oxford University Press.

Reiley, D. H., Li, S. M., & Lewis, R. A.(2010). Northern Exposure: A Field Experiment Measuring Externalities between Search Advertisements.

Proceedings of the 11th ACM Conference on Electronic Commerce (297-304).

Varian, H. R.(2007). Position Auctions. International Journal of Industrial Organization, 25(6), 1163-1178.

_____(2009). Online Ad Auctions. American Economic Review: Papers & Proceedings, 99(2), 430-434.

Wilbur, K.C., & Zhu, Y.(2009). Click Fraud. Marketing Science, 28(2), 293-308.

Xiong, C., Wang, T., Ding, W., Shen, Y., & Liu, T.-Y.(2012). Relational Click Prediction for Sponsored Search. Proceedings of the 5th ACM International Conference on Web Search and Data Mining, 493-502.

Yuan, Y., Wang., F.Y., & Zeng, D.(2017). Competitive Analysis of Bidding Behavior on Sponsored Search Advertising Markets. IEEE Transactions on Computational Social Systems, 4(3), 179-190.

Zhang, X. & Feng, J.(2011). Cyclical Bid Adjustments in Search-Engine Advertising. Management Science, 57(9), 1703-1719.

Abstract

Sosung Baik

■ Title

An Analysis of the Auction Competition in the Online Advertisement Market

■ Purpose of Research

Existing literature on online advertisement auctions focuses on the analysis of equilibrium behavior and platform revenues, under a simplifying assumptions on the product market. This assumption is inadequate for analyzing the welfare implications of the model, because it ignores the consumer welfare and the effects of the auction outcome on the product market behavior. This research analyzes a two-stage model which combines the online advertisement auction with the product market competition and draw welfare implications of advertisements.

■ Main Outcomes of Research and Policy Implications

We find two main results. The first result shows that when the

distribution of advertisement effects is concentrated in a narrow region, the welfare increase due to advertisement is mostly appropriated by the platform. Equivalently, when the distribution of advertisement effects is spread over a wide region, the welfare increase due to advertisement is evenly distributed among the consumer, producer, and platform. The second result compares the equilibrium social welfare under the first-price and the second-price auctions. When firms compete in quantities in the product market, the second-price auction yields higher social welfare than the first-price auction for high degrees of substitutability between products, and the opposite holds for low degrees of substitutability. When firms compete in prices in the product market, the first-price auction yields higher social welfare than the second-price auction.

정보통신정책연구원 기본연구 안내

▌2022 기본연구

기본연구 22-01 탈통신시대, 통신기업 성장 전략 효과 분석: 인수합병을 중심으로(김민희)

기본연구 22-02 지리공간적 측면을 고려한 5G 시대의 주파수 관리 정책방안 연구(박지현)

기본연구 22-03 방송법 내 다양성 정책의 실효성 분석 및 개선방안 연구(성욱제)

기본연구 22-04 중앙은행디지털화폐(CBDC) 설계의 쟁점과 정책방향: 분산원장기술 적용의 영향과 디지털 금융생태계 활성화를 위한 설계 방향(박동욱)

기본연구 22-05 ICT 투자가 지역 균형 발전에 미치는 영향(장재영, 박소연)

기본연구 22-06 디지털 전환기 일자리의 변화 분석 및 대응 방안 연구(문아람, 김미경, 조유선)

기본연구 22-07 수요자 중심의 데이터 활용 제고를 위한 데이터 채택 영향요인 연구(한은영, 김나연)

기본연구 22-08 특허데이터를 활용한 ICT 부문 기술정책 제언: 메타버스를 중심으로(노희용, 박지원)

기본연구 22-09 TV 시청 관습의 변화 및 영상콘텐츠 이용행태의 다양화에 대한 연구(김남두, 이소은)

기본연구 22-10 OTT 시대의 방송·미디어시장 공정경쟁 환경 조성 방안 연구(황유선)

기본연구 22-11 기술패권 경쟁시대의 글로벌 디지털 의제 분석 및 우리나라 ICT 외교에의 시사점 연구(강하연, 김병우)

기본연구 22-12 이동통신 미래 시장환경변화 예측 및 산업 활성화 요소 연구(여재현, 김지환, 조수정, 장희선, 박의환)

기본연구 22-13 통신 이용자보호를 위한 이용정보 제공 강화 방안 연구(염수현, 강인규, 황정현, 전주용, 최현홍)

▌2023 기본연구

기본연구 23-01 데이터 경제 활성화를 위한 민관 역할분담과 정책 개입영역 연구(윤성욱, 박소연)

기본연구 23-02 해외 주요국 신규 사업자 이동통신시장 진입 효과 분석(김민희)

기본연구 23-03 유사국 사례를 통해 본 북한 통신시장 발전 방안 연구(임동민, 서소영,

이종화, 조대근, 서흥수)

기본연구 23-04 메타버스 시대 기본권 보호에 관한 연구: 인격권 논의를 중심으로(권은정, 한혜지, 계인국, 김법연, 이승민)

기본연구 23-05 디지털화폐 생태계 변화에 대응한 중앙은행 디지털화폐(CBDC) 도입 정책 연구(박동욱)

기본연구 23-06 ICT 확산에 따른 노동시장 임금격차(최지은, 이은영, 최세림, 이현옥)

기본연구 23-07 데이터 생산·관리 역량 평가를 위한 성숙도 모형 개발 연구(노희용, 장신재, 박지원)

기본연구 23-08 인터넷 생태계 환경 변화에 따른 네트워크 인프라 비용 분담에 관한 연구(염수현, 강인규, 이상규, 김태오)

기본연구 23-09 미디어 이용 조사의 모드 효과 비교(신지형)

기본연구 23-10 방송미디어분야 자율규제 제도화 방안 연구(이종원)

기본연구 23-11 이동통신 네트워크 인프라 산업 생태계의 전환 방향 연구(여재현, 박지현, 윤도원, 장희선, 김선우, 정인준, 박의환)

■ 2024 기본연구

기본연구 24-01 AI 반도체 생태계 조사(윤성욱, 김민식, 민대홍)

기본연구 24-02 인공지능 감시에 의한 권력의 확대와 그 규범적 대응방안 연구(문광진, 허진주, 전민경)

기본연구 24-03 시청각미디어 콘텐츠의 공정한 거래를 위한 정책 방안 연구: 수익 배분 관련 이슈를 중심으로(강준석)

기본연구 24-04 온라인 광고 시장의 경매 경쟁에 대한 연구(백소성, 윤도원)

기본연구 24-05 기술진보에 따른 산업별 업무 변화 연구(서영선)

기본연구 24-06 5G 요금제 특성이 이용자 편익에 미치는 영향: 단말기와 요금제의 결속을 중심으로(박진환)

기본연구 24-07 방송 프로그램 장르 구분의 타당성 검토: 방송법과 방송사업자 및 수용자의 장르 분류 기준 차이를 중심으로(황현정)

기본연구 24-08 생성형 AI가 미디어 분야에 미칠 영향에 대한 탐색적 연구(곽동균, 김남두, 주성희, 황현정, 강하연, 김예빈)

기본연구 24-09 디지털 경제 활성화를 위한 실물 자산 (Real World Asset) 토큰 시장의 탈중앙화 금융 알고리즘 적용 가능성 연구(김 찬)

기본연구 24-10 AI 반도체 정책의 효과성 제고 방안 연구(정현준, 김민식, 오정숙)

● 저 자 소 개 ●

백 소 성

- KAIST 수리과학과 학사
- KAIST 녹색경영정책 석사
- KAIST 경영공학부 박사
- 현 정보통신정책연구원 부연구위원

기본연구 24-04

온라인 광고 시장의 경매 경쟁에 대한 연구

2024년 12월 일 인쇄
2024년 12월 일 발행

발행인 김 정 언
발행처 정 보 통 신 정 책 연 구 원
충청북도 진천군 덕산읍 정통로 18
TEL: 043-531-4114 FAX: 043-535-4695～6
인 쇄 인 성 문 화
ISBN 979-11-7000-392-2 93320

〈비매품〉