

# ディスプレイ広告オークションにおける仲介者としての入札戦略

齋藤 陽介†      松原 繁夫†  
 京都大学 社会情報学専攻†

## 1 はじめに

ディスプレイ広告とは Web 広告の一種であり、Web ページの一部として埋め込まれて表示される画像や動画などによる広告を指す。この広告枠が近年オークションを用いて取引されるようになってきた。方式としては第二価格秘密入札が用いられ、また、同じ広告枠が何度も販売される点では逐次オークションと見なせる。この方式の点では特に目立った特徴はない。しかし、入札は買手である広告主が直接行うのではなく、DSP(Demand Side Platform) と呼ばれる仲介者が行う [1]。DSP は複数の広告主をクライアントとして持ち、広告主が持つ予算等の制約を満たすように広告主に代わって入札を行う。つまり、DSP は他の DSP とは競合するが、自己のクライアント間で入札を調整する余地がある。従来のオークション理論の枠内で考えれば、一部の入札者に結託を許した形でのオークションとなっている。そのため、効率的な入札戦略は自明ではない。この課題に対して、本研究では市場モデルに基づく効率的な入札戦略を提案する。

## 2 入札問題の定式化

オークション市場には Ad Exchange と呼ばれるオークション市場が存在し、複数の広告枠が販売されている。(1) 閲覧者が、ある Web ページにアクセスすると、(2) そのページに付随した広告枠のオークションが開始される。(3) 各 DSP は自社の中から広告を選び、その入札額でオークションに入札し、(4) 勝者となった DSP が広告を掲示できる (図 1 参照)。

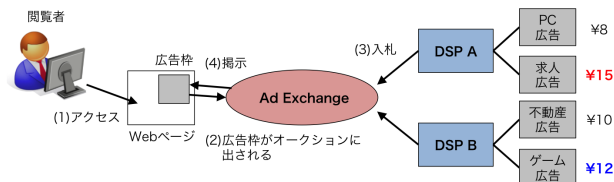


図 1: 広告オークションの流れ

ここで、個々の広告主の意思決定問題は以下で記述できる。

決定変数：個々の広告枠への入札額

目的関数：コンバージョン最大化

制約条件：予算制約と CPA 制約

コンバージョンとは閲覧者がディスプレイ広告をクリックして、広告主の Web ページを訪れ、商品を購入するといったように、何らかの広告主の目的が達成されることを指す。予算制約は 1 日当たりの予算上限を表す。また、CPA とは Cost Per Action の略で、CPA 制約は 1 回のコンバージョン獲得に要する費用の上限を定める制約である。広告主は DSP に予算制約と CPA 制約を伝える。DSP はこの制約を満たす範囲で入札を行うことが可能である。

DSP の意思決定問題は以下で記述できる。

決定変数：各広告主の各広告枠への入札額

目的関数：インプレッション数最大化

制約条件：広告主の予算制約と CPA 制約

DSP はオークションの勝者となれば、広告を掲示できる。これをインプレッションと呼ぶ。DSP はインプレッション数に応じて広告主に課金するため、DSP の目的関数は上のように記述できる。この最適化問題に対する入札戦略を見つけることが本稿の課題である。

## 3 入札戦略

DSP の入札戦略として考えられる単純なものは、広告主各々が個別に振る舞うと考えて、(1) 個々の広告主毎に予算制約と CPA 制約を満たす範囲内で個々の入札枠への入札額を決定し、(2) DSP 内でオークションを行い、最高の入札額を持った広告主を DSP 内での勝者として、その入札額を Ad Exchange に入札し、(3) 個々の広告主の予算を使い切るまで、この手続きを繰り返すというものである。

しかし、先述のように、DSP はクライアントである広告主間の入札を調整可能である。ある広告枠が 3 回販売され、1 回目は広告主 A が 10 を入札して勝ち、2 回目は他 DSP が勝ち、3 回目は広告主 B が 6 を入札して勝ったとしよう。この場合、他 DSP も上記の単純な入札戦略を用いているとすると、広告主 A は 10 では

A Bidding Strategy of Intermediary in Display Advertisement Auctions  
 †Yosuke Saito, Kyoto University,  
 Shigeo Matsubara, Kyoto University

なく、6を入札しても3回中1回は勝者になれたと考えられる。つまり、個々の広告主毎に入札額を決定するのではなく、当該広告枠で2回勝利するために必要な最低入札額を考え、得られた枠を事後に広告主に分配することで、より少ない費用で同数のインプレッションが獲得可能となる。この考え方を元に、DSPの意思決定問題を定式化すれば、以下のように表現できる。

決定変数：各広告枠への入札額、および落札できた場合にどの広告主の広告を掲示するか

目的関数：インプレッション数最大化

制約条件：広告主の予算制約とCPA制約

2章での定式化との違いは、各広告枠に対してDSPとして一つの入札額を決定し、Ad Exchangeから入札要求がある度に、その値を入札する点である。この方法は単純な入札戦略に比べてインプレッション数を増加させ得る。しかし、一方で、広告主の制約条件が相互に影響し合う。すなわち、ある広告主が広告枠1でのインプレッションを増やそうと入札額を上げれば、広告枠1でインプレッションを得ていた別の広告主の入札額も増加することになる。これは、広告主の数が増えた場合に、大規模な問題を解く必要が生じ、提案手法適用の障害となる。この問題を解決するため、市場モデルを用いる方法を次章で提案する。

なお、実際のオークションはもう少し複雑である。同じ広告枠からの入札要求であっても、閲覧者の属性情報に応じて、入札を希望する広告主の集合が異なる。すなわち、入札希望の重なりが大きければ、広告枠への入札額を一つ決めれば良いが、重なりが小さければ、広告主毎に入札額を決定する必要が生じる。

#### 4 市場モデルを用いた広告主間調整

市場モデルとは、一般均衡理論に基づいて、価格を用いて資源割当問題を分散的に解く手法である。本稿では、市場モデルにおける売手を広告枠とし、買手を各広告とする。なお、市場モデルでは仮想的に各広告枠への入札額を調整して、最後に得られた配分を実際に適用するのであり、途中の段階で実際にAd Exchangeに入札するのではないことに注意されたい。市場モデルの動作は以下である。(1)各広告枠が現時点の価格を周知する。初期値は1インプレッション獲得に必要な価格である。(2)各広告主は与えられた価格の元で予算制約とCPA制約を満たし、インプレッション数を最大化するような購入インプレッション数を決定する。(3)各広告枠では、広告主からの総需要を計算し、総需要 $\geq$ 供給であれば、価格を1単位上げる。一方、総需要 $<$ 供給であれば価格を1単位下げる。(4)全広告枠の価格変動がなくなるまで上記の処理を繰り返す。(5)価格変動がなくなれば、各広告枠の価格を用いてAd Exchange

に入札し、勝利した場合、各広告主の獲得インプレッション数に達するまで順に広告枠を与える。

広告枠の価格が増加すれば、需要は単調に減少する。一方、供給については、価格が高くなるほど供給の増分は少なくなる。よって、均衡価格が存在することが保証される。また、広告主の需要は、複数の広告枠が獲得できれば価値がより増すといったことはなく、代替的である。よって、上記の模索過程によって均衡価格を発見することが可能である。

ただし、現実的な速度で収束するかは別に調べる必要がある。そこで、株式会社マイクロアドより提供を受けた2012年6月29日の実データから、3つの広告主と3つの広告枠を抽出し、安定な解が得られるまでの時間を計測した。この規模の問題では、予算制約とCPA制約を満たす入札額を1分以内に求めることができた。

さて、本稿では広告枠を単位に入札額を決定するとした。これは各広告主がDSPを介さず個別にオークションに参加するとしても同様に考えることができる。しかし、各広告主が同様の行動を取れば、相互に依存し合うため適切な入札額決定が難しくなる。これに対し、DSPが仲介すれば、同じDSPに属する他の広告主の行動を知って入札額決定ができるようになる。現在、オークションに参加するDSPの数は限られており、仲介者としての役割を果たすことで、その効果が期待できる。

#### 5 おわりに

本稿では、ディスプレイ広告オークションにおける、仲介者としてのDSPの入札戦略について提案した。提案方法は、ある広告枠に対する入札額を個々の広告主間で調整するものであり、大規模な問題にも適用可能となるよう市場モデルを用いて各広告枠への入札額を決定した。初期実験を行い、提案方法の基本動作を確認したが、インプレッション数の改善程度の評価は今後の課題である。

#### 謝辞

本研究の一部は、日本学術振興会科学研究費基盤研究(B)(22300052,平成22年度~24年度)の補助を受けた。

#### 参考文献

- [1] Jon Feldman, Vahab Mirrokni, S. Muthukrishnan, and Malleesh M. Pai. Auctions with intermediaries: extended abstract. In *Proceedings of the 11th ACM conference on Electronic commerce, EC '10*, pp. 23–32, New York, NY, USA, 2010. ACM.