

検索連動型広告のアドランクによる影響について

経営工学 主専攻 201111315 宮下 剛秀

指導教員：繁野 麻衣子 教授

1. 目的

インターネットにおける広告のひとつに検索連動型広告がある。検索連動型広告とは、Google や Yahoo!などの検索エンジンを用いて、キーワードを検索した時、検索結果に付随して表示される広告のことである。検索エンジンではキーワードを調べる人はキーワードに興味があるユーザーであるため、キーワードに関連のある自身のサイトに来訪しやすいユーザーに集中的に広告を表示できる。検索連動型広告は掲載枠をオークションによって獲得することができる。広告主（以降プレイヤーとよぶ）はそれぞれ入札を行い、入札価格の大きい順にクリック回数が高い掲載枠を獲得できる。このように入札価格の高いプレイヤーから人気の広告掲載枠を獲得できるオークションのことをゲーム理論の分野ではポジションオークションと呼ぶ。この広告はいつでも誰でも掲載することが可能である点、掲載料がクリック単価制であることから、中小規模の企業や個人でも気軽に広告を出すことができ、低コストで大きな効果がある。

検索連動型広告においてアドランクという広告の品質を決める指標が存在する。この指標が実際のポジションオークションにおいてどのような影響を及ぼすのかをシミュレーション実験によって検証を行う。

2. 方法

ポジションオークションのシミュレーションを行い、アドランクを採用した場合の掲載枠の順序や支払い価格の変化などを検証する。

記号の定義

$\mathcal{N} = \{1, 2, 3, \dots, N\}$: プレイヤーの集合

$\mathcal{K} = \{1, 2, 3, \dots, K, \dots, N\}$: プレイヤーの人数まで拡張した掲載枠の集合。実際の掲載枠は K 個であり、 $K+1 \dots N$ はダミーの掲載枠

c_k : 掲載枠 $k \in \mathcal{K}$ の期待クリック回数

v^i : プレイヤー i の 1 クリックに対する期待効用

b^i : プレイヤー i の入札価格

$\mathbf{b} = (b^1, b^2, \dots, b^N)$: 入札価格のベクトル。

a^i : プレイヤー i のアドランク

$Adv^i = a^i v^i$: アドランク効用、プレイヤー i の期待効用とアドランクを掛け合わせた値。ポジションオークションにおける支払い価格は第二価格オークションにより決定する。第二価格オークションとは、自分の入札価格以下である他のプレイヤーの入札価格の中でもっとも高い入札価格が支払い価格になるオークションのことである。

ナッシュ均衡とは、どのプレイヤーも自分の入札価格を変更しても効用が増加しない入札ベクトルのことである。ナッシュ均衡とよぶ

ナッシュ均衡であっても、自分の入札価格を変更することで他のプレイヤーの入札価格が変わることがあり、結果として、自身の効用を増加させることが出来ることがある、これは先見的反応関数によって与えられる。

プレイヤー i の先見的反応関数

$$\mathcal{F}^i(\mathbf{b}^{-i}) = \begin{cases} v^i - \frac{c_k}{c_{k-1}}(v^i - b_{k+1}) & (2 \leq k \leq K) \\ v^i & (k = 1 \text{ or } k > K) \end{cases}$$

先見的反応関数によって均衡状態となっている入札ベクトルのことを先見的ナッシュ均衡と呼ぶ。

この入札戦略に沿うことで効用を減らすリスクがなく、掲載順位を上げることが可能である。

区別をするため先見的反応関数によらず均衡状態となっている入札ベクトルを短絡的ナッシュ均衡と呼ぶ。

3. 結果と考察

3.1. アドランクの影響

表 1 シミュレーションに使用した乱数データ

プレイヤー i	1	2	3	4	5	6	7
期待効用 v^i	937	800	745	629	599	287	161
アドランク a^i	5	2	8	8	8	5	2
アドランク効用 Adv^i	4685	1600	5960	5032	4792	1435	322
掲載枠 k	1	2	3	4	5	6	7
獲得掲載枠クリック数 c_k	2810	2529	2304	2179	880	0	0

表 1 のデータを用いたポジションオークションにおいてプレイヤーのアドランクを 1~10 に変化させた時の、先見的ナッシュ均衡の効用、支払い価格、獲得掲載枠の変化を図 1 に示す。掲載順位に変化がないときは支払い価格が減少していることがわかる。アドランクが高くなる毎に掲載順位が上がり効用が上がっている。

このことからアドランクが増加すると掲載枠の掲載順位は上がり、支払い価格は下がり、効用は上がるということがわかる。

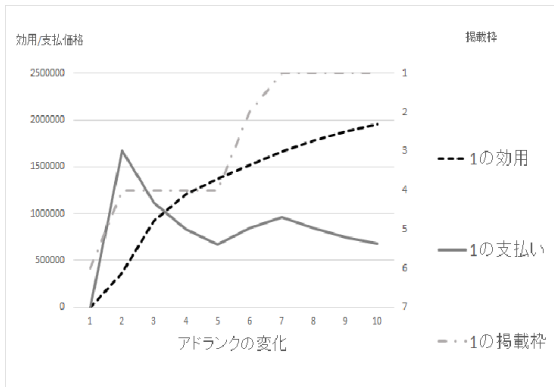


図1 プレイヤー1のアドランクの変化による影響

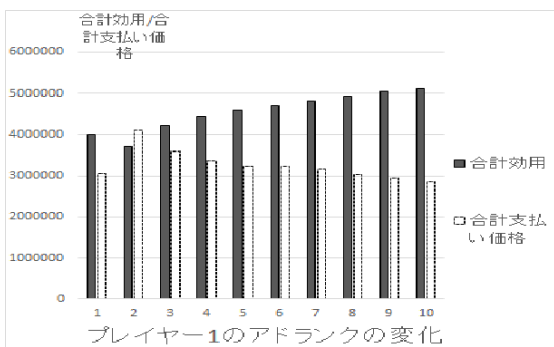


図2 プレイヤー1のアドランクの変化による影響

図2はプレイヤー1のアドランクを変化させたときのプレイヤー全体の合計効用と合計支払い価格の推移であるが、個人のアドランクの変化が全体の合計効用や合計支払い価格に大きく影響していることがわかる。

アドランクは主催者側に決定権があるため、アドランクを操作することにより、故意に合計支払い価格を増やすことが可能であると推測できる。故意にプレイヤー全体の合計支払い価格を増やすような組み合わせのアドランクにしたとき、乱数で発生させたアドランクとどの程度差が出るのかを検証する。

合計支払い価格が最高となるアドランクの組み合わせをおよび合計効用が最大となるようなアドランクの組み合わせをシミュレーションによって調べた結果、合計効用および、合計支払い価格は表2のとおりであり、はっきりと差があることがわかる。しかし、短絡的ナッシュ均衡において同様のアドランクでシミュレーションした結果が表3である。

表2 先見的ナッシュ均衡

先見的ナッシュ均衡	合計効用	合計支払い価格
効用最大化アドランク	6846843	1411430
支払い価格最大化アドランク	900859	7282087
初期アドランク	4581031	3229266

表3 短絡的ナッシュ均衡

短絡的ナッシュ均衡	合計効用	合計支払い価格
効用最大化アドランク	7759756	1776858
支払い価格最大化アドランク	6336696	9663545
初期アドランク	5896083	4579491

短絡的ナッシュ均衡のほうが合計効用も合計支払い価格も先見的ナッシュ均衡より高いことがわかる。つまりプレイヤー全体の合計値で見ると短絡的ナッシュ均衡のほうが主催者側にもプレイヤー側にも効用が高まることわかる。

3.2. アドランクによる影響まとめ

プレイヤー側にプラスの影響

- アドランクを高めると、より高位の掲載枠を入手しやすく、掲載順位が同じであるとき支払い価格が減少する。

主催者側にプラスの影響

- アドランクの導入により、悪質なプレイヤーが減る。悪質なプレイヤーが減ることにより、広告をクリックする人達への信頼を得ることができ、利用者を増やす要因となる。
- アドランクを操作し各プレイヤーのアドランク効用を変化させ、入札競争を仰ぎ合計支払い価格を増やすことが可能である。

4. 今後の課題

- ポジションオークションにおいて、先見的ナッシュ均衡より、短絡的ナッシュ均衡のほうが主催者、プレイヤーの両方にメリットがある。これが常に成り立つのかを検証し、どのような傾向があるのか調べる。
- 現実に則ったメカニズムでのオークションのシミュレーションを行い、アドランクの影響を比較する。

参考文献

- [1] Google Adwords<<https://www.google.co.jp/adwords>> (参照日 2014-12-24)
- [2] Tim-Ming Bu, Xiaotie Deng, and Qi Qi, "Forward looking Nash equilibrium for keyword auction", *Information, Processing Letters*,105 (2008), 41-46