

電子市場構築技術の応用システム Application Systems of Electronic Market Design Techniques

伊藤 孝行*
Takayuki Ito*

1. まえがき

本稿では、電子市場構築技術の応用例を概観する。電子市場構築技術として、本稿では、オークション技術や2サイドマッチング技術に注目する。オークション技術を用いた電子市場として世界的に最も広く普及している市場はキーワード連動広告市場である。そこで本稿ではまずキーワード連動広告の概要と歴史を概観する。次に、2サイドマッチング技術を用いる電子市場としてジョブマッチングシステムの具体的な応用例を示す。ジョブマッチングシステムは、人材派遣や就職活動支援などで極めて広く使われており、人材と仕事をマッチングする電子市場の具体的な応用例と言える。最後に、その他の電子市場の具体的な応用例について概観し、電子市場の今後の展望を示す。

2. キーワード連動広告

2.1. キーワード連動広告の概要



図 1 Google AdWords

キーワード連動広告[1]は、商業的に最も成功している電子市場の一つと言える。Google社の2005年のTotal Revenueは約6億ドルで、その98%がキーワード連動広告によるものである。また、Yahoo!社の2005年のTotal Revenueは約5億ドルで、その50%がキーワード連動広告であると言われている。ここでは、キーワード連動広告の仕組みと、その基本技術であるGeneralized Second Price Auction (GSP: 一般化第2価格オークション)の歴史と性質を概観する。

図1はGoogle社のGoogle AdWordsのインターフェースである。検索キーワード「ハワイ」として、Google社の検索を行った結果を表示している。ここでは、「ハワイ」に関連する広告が、図1の赤枠の中に表示されている。赤枠の中の広告は、「ハワイ」というキーワードが検索される度に表示される。表示されてクリックがある度に広告料が広告主に課金される。クリックに基づく課金方式は、発表当時は斬新で非常に注目された。一般に、赤枠の上の方にあるほどクリックされる可能性が高いことから、赤枠の上の方にあるほど広告料が高いと考えられる¹。広告料は、GSPと呼ばれるオークション方式を使って決定されている。図2にYahoo!社のキーワード連動広告を示す。Google AdWordsと同じように、検索したキーワードに連動して広告が掲載される仕組みになっている。



図 2 Yahoo!社のキーワード連動広告

キーワード連動広告システムにおいて、広告主は1日の予算やクリック単価の上限などを設定することができる。予算の変更は、(ある範囲内で)自由に行うことができる。また、キーワード連動広告で重要な要素として、広告、または広告の表示される場所(スロット)がクリックされる率(Click-Through Rate: CTR)がある。CTRは、クリック数/広告が表示された回数で求められる。広告が表示された回数はインプレッションと呼ばれる。キーワード連動広告システムによって、CTRの扱いは異なる。例えば、GoogleはCTRを元にクオリティスコアを決定している。クオリティスコアと入札額によってランクを付けている。Yahoo社は最近まで入札額のみでランクを付けていたが、他の要素と組み合わせ合わせた指標を導入している[2]。

¹ 実際には様々な要素に基づいてランキングが決定されている。例えば、広告自体の質などを考慮する。

以上のようにキーワード連動広告は、オークションを価格決定に使ってはいるが、単純なオークションとは異なる。すなわち、広告掲載サービスの流れに対してオークションを繰り返し行っており、広告主は入札額を変更することができる。また、対象とする財の単位の定義が明確でない。例えば、広告主からすればクリック数であり、オークションからすれば各キーワードに対する収益になる。

2.2 キーワード連動広告市場の発展

ネット広告市場で最も広く用いられているのはバナー広告である。バナー広告はウェブ上のあらかじめ決められた場所に広告を表示する方式である。インプレッション（広告が表示された数、広告がダウンロードされた数）やページビュー（ページが表示された数）等を元に、料金が設定される。契約はケースバイケースで異なり、アクセスの多い人気サイトに大きな契約が集中するようになった。バナー広告で使われた基本ソフトウェアの一つが、DoubleClick社のDARTである。DARTは基本的には、広告を掲載予定数に従って、各ウェブサイトにも効率的に表示するためのソフトウェアである。

バナー広告は、インプレッションやページビューといった評価基準が曖昧という問題点があった。これにより、小さな契約は難しく、契約の規模は大きくなる傾向にあった。1997年にOverture社（後にGotoになり、現在はYahoo!の傘下）が、現在のキーワード連動広告の原型となる新しいネット広告市場を構築した。Overture社のキーワード連動広告市場では、広告主はキーワードに対し、クリック単価を入札した。価格は、一般化第1価格オークション（GFP: Generalized First Price Auction）という方式で決定された。すなわち、広告主は自分が入札した額そのものに基づいて課金された（現在のGSPだと、自分の次の順位の入札額に基づいて課金される）。Overture社のクリック単価に基づくキーワード連動広告によって、インプレッションやページビューという曖昧な基準ではなく、クリック数というより明確な基準を導入することができた。クリック数に基づくことによって、規模が小さな契約も多く実現できるようになった。

しかし、Overture社の一般化第1価格オークションは、すぐに不安定であることが明らかになってきた。例えば、広告主AとBが広告の価値10と5を持っていたとすると、広告主AはBに勝てるぎりぎりの値（例えば、5.1）を入札すれば勝てるので正直に自分の10という値を入札しないという誘因が働いた。広告主がさらに増えると、入札額が低くなってしまい、検索エンジンが得る収益も小さくなってしまったのである。特に広告主がソフトウェアロボットなどを用いて巧みに入札額を調整することで、上のような現象が観察された。

2002年、Overture社のキーワード連動広告が不安定であることを指摘し、さらに新しいキーワード連動広告市場を構築したのが、Google社である。新しいキーワード連動広告市場は、Google AdWordsである。Google社はOverture社のキーワード連動広告の一般化第1価格オークションでは「ポジションが上から*i*番目の広告主は、ポジションが上から(*i*+1)番目の広告主の入札額より多くの価格を支払いたくない」ということを認識していた

のである。そこで、Google社は以下のルールを持つ一般化第2価格オークション（GSP: Generalized Second-price Auction）を提案した。『上から*i*番目のポジションの広告主が、上から*i*+1番目のポジションの広告主の入札額+最小増加可能額を支払う』。GSPにより、広告主同士のゲーム的な要素が取り除かれ、安定して動作し、かつ、収入も安定したのである。GSPは、Vikreyオークションに似た形をしているが理論的な性質は異なる。ただし、戦略的操作が不可能であるVCGメカニズムと理論的に非常に近い性質を持っていることが分かっている[1]。実世界で試行錯誤的に発展してきたGSPが、理論的な成果であるVCGに匹敵する性能を持つことは驚くべきことである。

以下の具体例を図3に示す。広告主A、B、およびCの3名がいるとする。広告スロット（広告の場所）XとYの2つがあるとする。Aの入札額は1000円、Bの入札額は400円、およびCの入札額は200円とする。XのCTRを200クリック/時及び、YのCTRを100クリック/時とする。GSPに従うと、Aは400円でXを落札、Bは200円でYを落札する。そして、Aの支払いは400円×200=80,000円、Bの支払いは200円×100=20,000円となり、検索エンジンの収入は、100,000円となる。

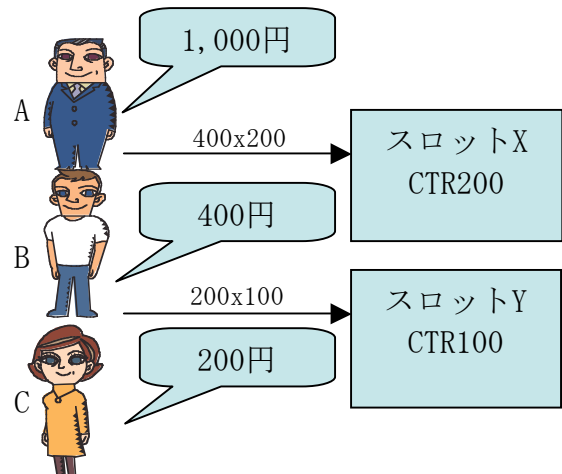


図3 GSPの例

3. 応用例：ジョブマッチングシステム

3.1 2サイドマッチング（2-sided matching）

2. では電子市場構築技術として、オークションをあげ具体例としてキーワード連動広告市場を紹介した。ここでは、電子市場構築技術として2サイドマッチング（2-sided matching）をあげ具体例としてはジョブマッチングシステムを紹介する。2サイドマッチングは、男性グループと女性グループの御見合い（マレージマッチング）等が有名な問題である。2つのグループからなる集団において、各メンバーがなんらかの評価関数に基づいてペアを組ませるメカニズムである。2サイドマッチング問題の理論的研究は文献[3]等のゲーム理論的な解析がポピュラーで、計算機科学ではD. E. Knuth[4]も取り組んでいたような基本的な問題

の一つである。2サイドマッチングでは、様々な属性を持つ個体同士のペアを作る場合に、コストや効用を最大化するのが基本的な目的となる。文献[3]ではさらに理論的に安定なマッチングや解析している。

3.2 ジョブマッチング市場

ジョブマッチング（ビジネスマッチング）を行う市場は数多くある。その中の多くはジョブ検索データベースである。例えば、楽天ビジネス[5]では、複数の企業がデータベースに分野毎に登録しており、ある分野に関連する見積もりを入力しておく、匿名で複数の企業から見積もりを取ることができる。また、e-work[6]でも、複数の企業のデータベースから様々な検索方法で、当事者に適切な企業やビジネスを検索することが可能である。その他にも求人サイト、就職斡旋サイト等は同じような形態を取っている。これらのジョブマッチングを行うウェブサイトは、マッチングにおける最適化は行っておらず、どちらかというデータベース上の仕事や企業を探しやすいインターフェースを提供し、ユーザが自分で検索しマッチングを行うというスタンスである。

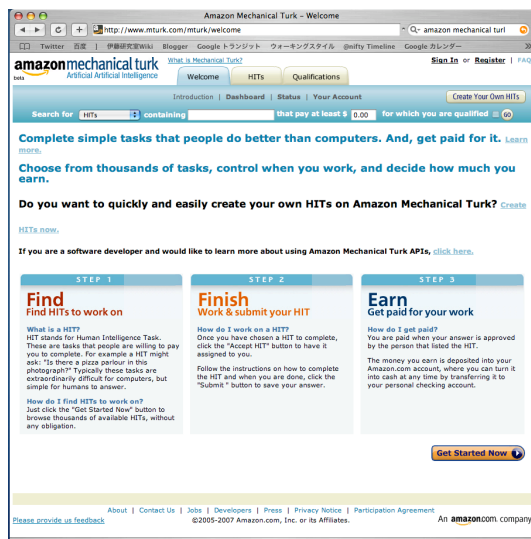


図 4 Amazon Mechanical Turk

ジョブ検索データベースとして、Amazon.com が新しいコンセプトで Amazon Mechanical Turk[7]というサイトを米国でオープンしている（図 4）。Mechanical Turk という名前は、1769 年にハンガリーの Wolfgang von Kempelen がヨーロッパで構築したチェスの強い人工知能を持つマネキン人形に由来している。このマネキン人形の後ろのキャビネットにはチェスの達人がいつも潜んでいたが、観客はそれには気づけなかった。彼はこのマネキンでナポレオンとも勝負したそうである。Amazon Mechanical Turk では、疑似コードで示された簡単な仕事を登録すると、それを検索した人間が実際に遂行して返すという仕組みと、それをソフトウェアで行うための API を提供している。上記の単

るジョブ検索サイトと異なり、非常に興味深い仕組みである。

以上のジョブ検索サイトでは2サイドマッチング理論で扱うような、最適なペアの組合せを探すということにはあまり焦点は当てられていない。2サイドマッチング理論の観点から言えば、ジョブマッチングでは、あるジョブがあり、そのジョブを遂行するのに最適な人間に推薦することが重要である。

株式会社まいべすとでは、株式会社内職市場との協業で、内職の仕事を、最も最適な人間に割り振る仕組みを構築している。まいべすと社では、子育て中の女性のためのパートタイムの仕事や、退職後の世代のための仕事に関するジョブマッチングシステムを構築している。内職市場社は、東海地方を中心に30店舗の内職斡旋フランチャイズを持ち、各店舗には80名程度のパートタイマーが登録している。全体では2000から3000名のパートタイマーが、毎月約1000の内職を割り振っている。フランチャイズは月に5から10件程度増加しており、今後さらに理論的な最適化が必要となる。そこで、まいべすと社のシステムは、動的な仕事の割当の最適化を行う。さらに個々のパートタイマーの好みと実績に基づいた上で、内職の仕事の効率的な推薦機構や、目的指向検索機能を搭載予定である。

まとめ

本稿では、電子市場構築技術の応用例をキーワードオークション市場を中心に概観した。現在、さらにネット広告交換市場や、既存の実市場をネット上に実装しなおした市場が数多く出現し始めている。そのようなネット上の市場では、実世界の市場では不可能であった、高速かつ動的な最適化が可能であり、電子市場理論や技術の具体的な有効な応用分野である。

謝辞

本稿のネット広告市場の発展に関する記述は文献[1]を多く参考に致しました。またジョブマッチングに関する記述は、株式会社まいべすと武藤良英様および株式会社内職市場様に多くの情報を提供して頂きました。深く感謝致します。

参考文献

- [1] Benjamin Edelman, Michael Ostrovsky, and Michael Schwarz, “Internet Advertising and the Generalized Second Price Auction: Selling Billions of Dollars Worth of Keywords”, American Economic Review, forthcoming, March 2007.
- [2] <http://searchmarketing.yahoo.com/arp/pricing.php?o=US2039>
- [3] Alvin E. Roth, M. A. O. Sotomayor, “Two-Sided Matching, A Study in Game Theoretic Modeling and Analysis”, Economic Society Monographs, No. 18, Cambridge University Press, 1990.
- [4] Donald E. Knuth, “Stable Marriage an Its Relation to Other Combinatorial Problems, An Introduction to the Mathematical Analysis of Algorithms” CRM Proceedings & Lecture Notes, American Mathematical Society, Vol.10, 1991.
- [5] 楽天ビジネス, <http://business.rakuten.co.jp/>
- [6] e-work, <https://www.e-work.ne.jp/>
- [7] Amazon Mechanical Turk, <http://www.mturk.com/mturk/welcome>