

## 次世代電子オークションシステムにおける終了条件

佐々木 崇 青木 輝勝 安田 浩

東京大学大学院工学系研究科

今日では電子オークションは空間的な制限を受けることなく取引ができるという魅力を持っているために急速に普及している。しかし、現在の電子オークションシステムはセキュリティや公平性や臨場感といった面で問題を抱えている。筆者らは上記の問題のうち公平性や臨場感の問題の解決をはかる次世代電子オークションシステムアーキテクチャとして金額収束方式と超臨場感ユーザインタフェースを大きな特徴とする FSR(Fairness and Sense of Reality)オークションシステムを研究中である。本稿では特にネットワークに異常がある場合の FSR オークションシステムにおける終了条件について論じる。

### The Close Conditions in The Next Generation Electronic Auction System

Takashi Sasaki Terumasa Aoki Hiroshi Yasuda

School of Engineering, University of Tokyo

Electronic auction systems are particularly attractive because of no limitation of the locations. However there are lots of problems such as security, unfairness and lack of sense of reality for us to make use of electronic auction. Now we are developing a new electronic auction system architecture that solves most problems about unfairness and lack of sense of reality in current electronic auction systems. In this paper, we will discuss close conditions in case of network errors.

## 1 はじめに

今日では多種多様な電子商取引が行われているがそのような電子商取引の形態の一つに電子オークションがある。従来のオークションでは入札者がオークション会場に集まらなければならないため、その空間的制約のために出品者が取引できる入札者の数は限られていた。従って、入札者は商品購入の機会を、また出品者はより高い金額で商品を購入してもらう機会を失ってきたといえる。それゆえ、それらの欠点を克服することができる電子オークションは非常に魅力的である。しかし、電子オークションが抱える問題点は決して少なくはない。

本稿では、まず第2章において電子オークションの問題点を記す。そして、第3章において新しい電子オークションシステムアーキテクチャとし

て FSR(Fairness and Sense of Reality)オークションシステムを提案する。第4章では FSR オークションシステムにおける終了条件に関する考察を行う。最後に、第5章でまとめを行う。

## 2 電子オークションの問題点

すでにインターネット上には数多くのオークションサイト[1,2,3,4,5,6]があるが、現在の電子オークションシステムはセキュリティや公平性や臨場感といった面で完全なシステムというわけではない。それらのうち通信中のデータ保護や入札者のプライバシー保護や談合防止などといったセキュリティ面における問題に関してはその解決をはかるために暗号を用いたオークションプロトコルの研究がいくつか行われている[7,8,9,10]。しかし、電子オークションにおいて非常に重要な要素であるにもかかわらず、ネットワーク状態によって生

じる時間的不公平を解決する研究や電子オークションにおける臨場感を高める研究は極めて少ない。本章では現在の電子オークションの抱えるこのような問題点について述べる。

## 2.1 公平性の問題

現在の多くの電子オークションシステムではサーバ側で締め切り時刻を設けてクライアントからの入札情報がサーバに到着した時刻をもとにその入札が有効かどうかを判断する方式になっている。しかし、このような締め切り時刻方式では公平性に問題がある。入札申込時刻をオークションサーバへの到着時間を基準にしてしまうと、入札者の使っているネットワークの状態あるいはサーバとクライアントの間の物理的な距離等によって結果が左右されるという不公平が生じることになる。例えば、より高額な入札を行える人が存在するのに、ネットワークの遅延が大きかったために入札情報が締め切り時刻までにサーバに到着できず、より安い金額での落札者が決定してしまうことがありえるということである[図 1]。

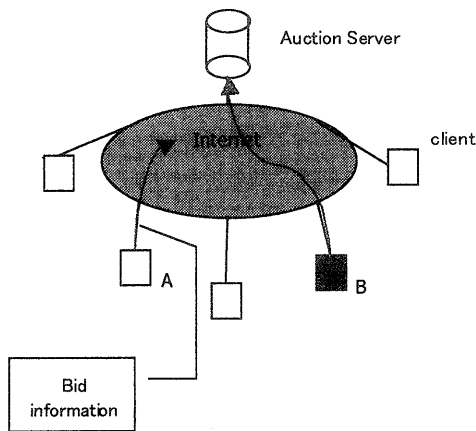


図 1 ネットワークに依存した不公平

## 2.2 臨場感の問題

電子オークションで出品されている商品ができるかぎり安い金額で競り落としたいとき重要となるのは他の入札者との駆け引きである。しかしながら、現在の電子オークションの多くではクラ

イアントがサーバから得られる情報は現在の最高入札金額のみであり、駆け引きをするにはあまりにも情報が少なすぎる。これは現在の電子オークションシステムの多くがばらばらの時間に各入札者が個々にオークションサイトに接続してやり取りを行う方式を採用していることに起因する。この方式は以下の 2 点の短所を持っている。

- 他の入札者がいつ入札するかわからない。
- 接続した時にのみサーバから情報を得る。

これらの短所のために、自分がサーバの情報を見に行った時に他の入札者の入札情報がアクティブに変化することはほとんどない。このような理由から、これら既存の方式では他の入札者及びオークション会場の雰囲気を感じられるようなユーザインタフェースになっていない。その結果、他の入札者及びオークション会場の雰囲気が伝わることに加え他の入札者の心の動きまで感じ取れる感覚を当然実現できない。

## 3 FSR オークションシステム

本章では、第 2 章で述べた問題点を改善する新しいオークションシステムアーキテクチャとして公平性を保証し臨場感あふれる入札を可能とする FSR オークションシステムを提案する。本システムは以下の 2 点が大きな特徴となっている。

- 金額収束方式
- 超臨場感ユーザインタフェース

金額収束方式はこれまで電子オークションで用いられてきた締め切り時刻を設定する方式を用いず各入札者の提示金額が収束するまでオークションを続ける方式であり、ネットワーク状態によって生じる時間的不公平を解決する。また、ここで超臨場感とは「他の入札者及びオークション会場の雰囲気が伝わることに加え他の入札者の心の動きまで感じ取れる感覚」と定義し、駆け引きに必要な情報を提供する。

### 3.1 金額収束方式

FSR オークションシステムでは、従来の電子オ

オークションのようにサーバで設定された締め切り時刻での最高金額入札者を落札者に決定するのではなく、金額が収束するまで待ってから落札者を決定する。つまり、一人を残して残り全員の入札者がリタイアするまで待ってから落札者を決定するということである[図2]。従って、第2章で述べたような、入札者のなかにより高額な入札を行える人が存在するのに、それ以下の金額での落札が行われてしまうなどといったことは起こり得ない。

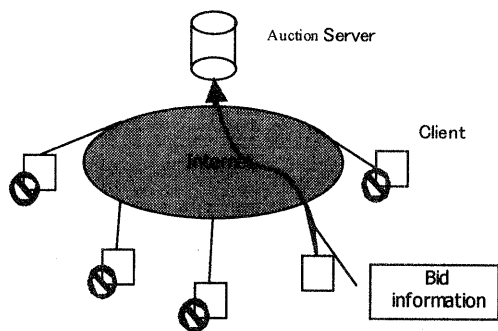


図2 金額収束方式

このようなシステムでは一人を残して残り全員の入札者がリタイアしたことを知る必要がある。従って、クライアントプログラムを終了するときにはサーバにリタイア情報を送るようにする必要がある。しかし、仮にオークションの途中で落札をあきらめた入札者がプログラムを終了せずになくなってしまふと、サーバに入札情報もリタイア情報も到着しないのでいつまでまってもオークションが終了できないという事態が起こりうる。ネットワークの状態によって不公平が生じないようにこの事態を防ぐためにはクライアント側でサーバからのオークション情報表示後に締め切り時刻を設定する必要がある。もし締め切り時間内に入札者が何も操作を行わなかった場合には、クライアントはサーバと各クライアントにパス情報を送り、サーバではパス情報をカウントし一定数を越えた場合はそのクライアントを使用している入札者をリタイア扱いとする。

### 3.2 超臨場感ユーザインタフェース

FSR オークションシステムでは従来の電子オークションシステムとは異なりオークションの開催期間中に入札者が端末前に揃っており常にサーバと接続する利用形態を想定している。このため、超臨場感ユーザインタフェースを実現することが可能となる。

FSRオークションシステムでは超臨場感ユーザインタフェースとして横軸に時間軸、縦軸に金額をとって各入札者の入札金額の推移を折れ線グラフで表示するようなユーザインタフェースを用いることが考えられる[図3]。このユーザインタフェースの特徴は他の入札者の今までの入札の傾向を知ることができるので現在にいたるまでの他の入札者の心理がある程度推測することができることである。これにより、自分の当面のライバル達が何人位なのか、ライバル達がどのくらいのペースで値をつり上げそうなのか判断できるようになる。つまり、他の入札者との高度な駆け引きが可能な既存システムよりはるかに戦略的なオークションを実現できることになる。

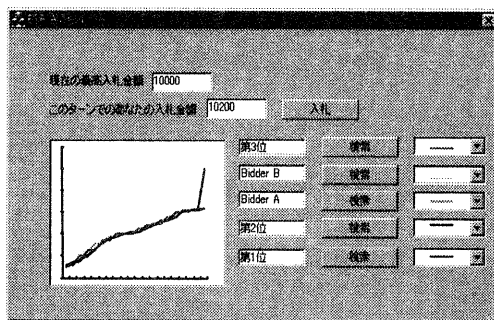


図3 超臨場感ユーザインタフェースの一例

しかしながら、このようなユーザインタフェースは超臨場感を支援できる反面、通信トラフィック量に関する問題が生じてしまう。今、サーバ、クライアント間で双方向マルチキャスト通信が行われるものとし、オークションに参加している入札者数を  $n$  人としたとき、各クライアントからサーバに送られる通信量は  $n$  に比例する。また、サーバから送らなければならない通信量はさらにそれ

を  $n$  倍することになるので、結局入札者数  $n$  が増加するにつれてサーバから送らなければならない通信量は  $O(n^2)$  で増加してしまうという問題が生じる。このため、FSR オークションシステムではシステムアーキテクチャとして **Broafarence** 技術[11]を利用する。実際には、サーバからクライアントにはサーバで受理されている中で最高入札金額情報のみを送信し、他の入札者の名前や入札金額の情報はサーバを介さず直接クライアント同士でやり取りするという形（クライアント間通信[図 4]）で **Broafarence** 技術は利用される。これにより入札者数  $n$  の増加に対してサーバから送らなければならない通信量の増加は  $O(n)$  まで削減できる。

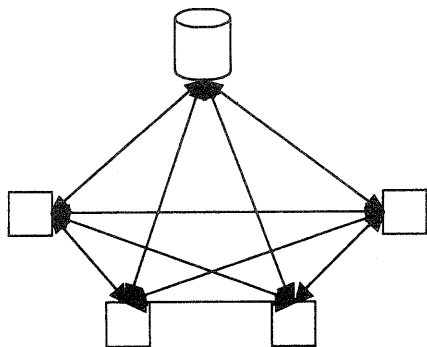


図 4 クライアント間通信の概念図

## 4 FSR オークションシステムにおける終了条件

### 4.1 終了判定問題

第3章で FSR オークションシステムの基本的な終了条件について述べた。しかし、この終了条件だけでは不十分である。サーバとクライアントの間で非常に大きい遅延が生じないとは限らないからである。このような場合においては、あるクライアントからの入札情報、パス情報あるいはリタイア情報がサーバに到着していないためにサーバにおいてそのクライアントに対応する入札者がリタイアしたのかどうかの判定ができない事態

が生じる。そのために、落札者の決定ができずオークションが終了できないことになってしまう。これには以下の2種類の状態がある[表 1]。

状態 I	サーバから次の情報を送るタイミングを迎えた時に、サーバで入札情報一つだけ受け取っているが入札情報もリタイア情報（あるいはパス情報）も到着していない入札者が少なくとも一人存在する状態。
状態 II	サーバから次の情報を送るタイミングを迎えた時に、サーバで入札情報一つも受け取っておらず入札情報もリタイア情報（あるいはパス情報）も到着していない入札者が少なくとも二人以上存在する状態。

表 1 終了判定問題における状態の種類

状態 II はどのクライアントからもサーバへ情報が全く送信されない状態であり、サーバ側ではオークションの終了判定を行うことは不可能であるためサーバは状態 II になるまで待たねばならない。従って、状態 II は状態 I に帰着するので状態 I についてのみ議論する。この問題が生じる要因としては 3 種類のケースが考えられる[表 2]。ケース 2 の場合にも問題が生じるのはサーバからクライアントに情報が届かないため、クライアント側で入札者が入札を行うことができないためにサーバにそのクライアントからの情報が全く来ないからである。これらの要因によって生じる問題をクライアント間通信によって解決する手法を次節で提案する。

ケース 1	クライアントからサーバへの通信に異常がある場合。
ケース 2	サーバからクライアントへの通信に異常がある場合
ケース 3	クライアントに異常がある場合

表 2 終了判定問題の要因

### 4.3 クライアント間通信を利用した終了条件

次のような仕組みでクライアント間通信を終了判定に利用する。サーバ側で状態Iになっていることを検出されたとき、考えられるのはサーバとクライアントの間のネットワークに以上がある場合（ケース1かつケース2）あるいはクライアントに異常がある場合（ケース3）である。

ケース1かつケース2の場合に問題となるのは異常のあるクライアントの入札機会である。これを解決するためにケース1かつケース2の場合には他のクライアントからの入札情報が届いた時に入札可能なモードに切り替える。モードを切り替える際にサーバから異常のあるクライアントには異常の無いクライアント経由で伝える。

このモードでは、異常のあるクライアントがリタイアをした場合、クライアント間通信が問題なく行われていれば、異常のないクライアントは異常のあるクライアントからリタイア情報を受け取ることが可能である。従って、異常のないクライアントが異常のあるクライアントからのリタイア情報をサーバに送信すればサーバは異常のあるクライアントがリタイアしたことを知ることができる。

しかし、このように終了判定にクライアント間通信を取り入れる際にはこれらの処理に加えてサーバからクライアントにオークション情報を送信する機能に制限を加える必要がある。なぜなら、サーバから情報を各クライアントに送信してしまうと情報が届くか否かで入札者間でどちらに異常があるかがわかってしまうからである。従って、クライアント間通信を用いて終了判定をしなければならないときにはサーバからクライアントに情報を送信しないようにする必要がある。

ここでは、状態Iが検出された時に通常モードから切り替えられるモードをブラインドモードと呼ぶ[図5]。

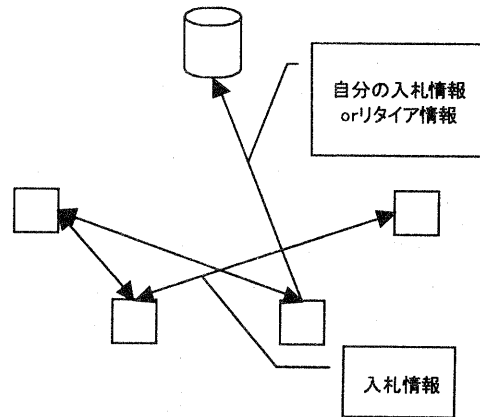


図5 ブラインドモード

ケース3の場合、異常のあるクライアントには当然オークションをあきらめてもらうことになるのだが、このときオークションシステムが停止してしまわないように制御を行う必要がある。また、サーバ側ではケース1かつケース2なのかケース3なのかの判断がつかないことも考慮にいれなければならない。従って、ブラインドモードに異常のないクライアントからサーバに一定回数の同金額の入札情報が送信された場合にサーバは異常のあるクライアントをリタイア扱いとする機能を付け加える。この機能を付け加えることにより、ケース3だった場合には、異常のあるクライアントは自動的にリタイア扱いになるためオークションシステム全体が停止することはない。またケース3ではなくケース1かつケース2だった場合も、クライアント間通信によって競り合いが続くことになるので連続して同金額の入札は行われないのでオークションが進行していることを知ることができる。

このように通常モードとは別にブラインドモードを用意することで参加者が $n$ 人の時にクライアント同士を結んでいる $\frac{1}{2}n(n-1)$ 本のネットワークのうち異常があるネットワークが $n-2$ 本以下であればサーバと各クライアントを結んでいる $n$ 本のネットワークのうち最大 $n-1$ 本に異常

がある場合まで FSR オークションシステムの正常な終了を保証できることになる。

#### 4 おわりに

電子オークションは空間的な制限を受けることなく取引ができるという魅力を持っている。今後もその魅力のために電子オークションで扱われる製品は質、量ともに増大することが予測される。しかし、第2章で述べたように、既存の電子オークションの方式では公平性、臨場感の点で問題がある。第3章では、これらの問題点を解決する次世代電子オークションシステムとして FSR オークションシステムの提案を行った。そして、第4章では FSR オークションシステムにおける終了条件に関する考察について述べた。今後の課題としては以下のようなことが挙げられる。

- 本電子オークションにおける各種パラメータ（サーバからクライアントに送信する情報の間隔、リタイアになるまでのパス情報カウント数、クライアントブラインドモードで落札者を決定する際の同金額入札受信の回数等）の設定。
- FSR オークションシステムの実装

#### 参考文献

- [1] Onsale, <http://www.onsale.co.jp/>
- [2] Yahoo!オークション, <http://auctions.yahoo.co.jp/>
- [3] eBay, <http://www.ebayjapan.co.jp/>
- [4] 楽天市場, <http://www.rakuten.co.jp/auction/>
- [5] ビッドーズ, <http://www.bidders.co.jp/>
- [6] eHammer, <http://www.ehammer.net/>
- [7] M. Franklin and M. Reiter, "Design and Implementation of a Secure Auction Service", In Proceedings of IEEE Symposium on Security and Privacy, 1995
- [8] Srividhya Subramanian, "Design and Verification of a Secure Electronic Auction Protocol", Proceedings of the IEEE Symposium on Reliable Distributed Systems, 1998 p.204-210
- [9] H. Kikuchi, M. Harkavy, and J. D. Tygar, "Multiround Anonymous Auction Protocols", In IEEE Workshop on Dependable and Real-Time E-Commerce Systems, 1998
- [10] 宮崎, 櫻井, "公開掲示板を用いた競り下げ電子オークション方式", 情報処理学会論文誌, Vol.40, Num.8 pp.3329-3336 (1998.01)
- [11] 青木輝勝, 安田浩, "アプリケーション指向ネットワークの実現に向けて - スープレネットプロジェクトの概要 - ", 情報処理学会第59回全国大会, 1999