

エージェント間の協調的入札機構に基づく 複数オークション入札支援システム *BiddingBot*

A Multiple Auctions Support System *BiddingBot* based on a Cooperative Bidding Mechanism among Agents

伊藤 孝行
Takayuki Ito

北陸先端科学技術大学院大学 知識科学教育研究センター
Center for Knowledge Science, Japan Advanced Institute of Science and Technology
itota@jaist.ac.jp, <http://www.jaist.ac.jp/~itota/>

服部 宏充
Hiromitsu Hattori

名古屋工業大学 知能情報システム学科
Department of Intelligence and Computer Science, Nagoya Institute of Technology
hatto@ics.nitech.ac.jp, <http://www-toralab.ics.nitech.ac.jp/~hatto/>

新谷 虎松
Toramatsu Shintani

(同上)
tora@ics.nitech.ac.jp, <http://www-toralab.ics.nitech.ac.jp/~tora/>

keywords: multiple auctions, cooperative bidding mechanism, and software multiagent systems.

Summary

Online auctions are becoming an increasingly important channel for electronic commerce. There are a number of online auction sites on the Internet. It is hard for users to attend, monitor, and make bids at simultaneous multiple auctions. In this paper, we implement *BiddingBot* which is a multiagent system that supports users in attending, monitoring, and bidding in multiple auctions. Further, we propose a new cooperative bidding mechanism among agents. Our current experiment demonstrates that our new cooperative bidding mechanism can effectively support users to monitor, attend, and make bids on multiple simultaneous auctions.

1. はじめに

近年のインターネットの普及により、ネットワーク上で商取引を行う電子商取引が注目を集めている。インターネット上の電子商取引の形態として、Amazon.com Auctions(www.amazon.com), eBay(www.ebay.com), Yahoo! Auctions(www.yahoo.com)などのオンラインオークションが急速に普及している。一方、インターネットにおける電子商取引のエージェントによる支援が注目を集めている [Guttman 98]。エージェントとは自律的かつ協調的にネットワーク上でユーザの代理として行動するソフトウェアである [伊藤 01]。

インターネット上には、複数のオークションサイトが存在しているために、同じ商品が異なるサイトで取引されていることがある。複数のオークションサイトから、なるべく安く商品を落札できるように監視・入札することは、人間にとっては大きな負担である。ここで、「大きな負担」とは、(1) 複数のオークションサイトから、希望する商品を探し出す負担、および、(2) 希望する商品の一つだけ、かつ、安価に落札するために、複数のオークションサイトに対して、適切なオークションサイトをタイミン

グ良く選択し入札をする負担、の二つの負担を指す。そこで、本論文では上記の負担を軽減し、協調的なエージェントが人間の代理となって複数のオークションサイトに対する入札を支援するシステム *BiddingBot* を提案する。*BiddingBot* の主な目的は、複数のオークションサイトから、ユーザの希望する商品の一つだけ、ユーザの希望する落札価格の範囲内で、なるべく安価で落札することを支援することである。*BiddingBot* は、入札を「必ず成功」させるものではなく、ユーザの代理として機能させるために、既存の入札代行プログラムよりも、より「支援機能」を充実したシステムである。本論文では、*BiddingBot* の新たな協調的入札機構を提案し、*BiddingBot* が複数オークションの入札支援機構に関する実験と評価を示す。

オークションとは商品の割り当てを行う方法の一つである。参加者は、主催者（売り手）と入札者（買い手）である。入札者は、オークションプロトコルに従って、商品に対する評価額を主催者に提示する（入札）。主催者は入札をもとに商品を割り当てる入札者を決定し、商品をその入札者に割り当てる（落札）。オークションプロトコルには、英国型、オランダ型、Vickrey 型などがある。以下に各オークションのプロトコルの違いを示す [Rasmusen

89] .

【英国型】入札額は公開され、入札者は自分の入札額を上方に自由に変えることができる。だれも入札額の変更を望まなくなった時点で、最高額の入札者が落札し、自分の入札額を支払う。オンラインオークションにおいて、現在最も良く使われているオークションプロトコルは英国型である。

【オランダ型】主催者が最初の価格を宣言し、買い手のうちの一人がストップというまで価格を下げていく。ストップと言った入札者がその時点での価格で落札する。

【Vickrey 型】各入札者は他者の入札額を知らされずに入札する。最も高い入札値をつけた入札者が、二番目に高い入札値で落札する。

BiddingBot の協調的入札機構は、即時購入機構を持つオークションサイトも対象とする。eBay や Yahoo! Auctions では、売り手が希望落札価格を設置し、希望落札価格以上の入札があった場合、入札終了時刻前でもオークションを即時終了させることができる機構（即時購入機構と呼ぶ）が用意されている。即時購入機構を持つオークションサイトとして、代表的な eBay や Yahoo! Auctions では、即時購入価格（希望落札価格）は買い手に対して知らされる。具体的には、eBay では、「即時落札価格」として知らされ、Yahoo! Auctions では、「希望落札価格」として知らされる。即時購入機構の利点の一つとして、近年報告されている英国型オークションの締め切り間際の入札の集中を緩和できるという点がある。しかし、即時購入機構が存在することにより、入札者にとっては、いつオークションが終了するか予測できないという問題がある。本論文では、即時購入機構を持つオークションサイトが存在する場合でも、入札を支援できる協調的入札機構を提案する。

代理入札に関して、Yahoo! Auctions などのいくつかのオークションサイトでは、ユーザは単純な入札代行プログラムを使うことができる。入札代行プログラムを使う場合、まず、ユーザは支払うことが可能な金額の最大値を入札代行プログラムに入力する。そして、入札代行プログラムは、ユーザに入力された金額の最大値に達するまで、自動的に一定の額を増加させながら入札を行う。

入札代行プログラムは、以下の 3 つの欠点を持つ。1 点目は、1 つの入札代行プログラムが、複数の商品を対象として入札することができない点である。2 点目は、入札代行プログラムは、各オークションサイトが提供するプログラムであるため、そのオークションサイト以外に対しては、使うことができない点である。3 点目は、オークションサイト側がユーザに対して不正を働くことができる点である。入札代行プログラムは、オークションサイトが提供するプログラムである。このため、オークションサイトがユーザの支払い可能な最大の金額を知ることができる。この支払い可能な最大の金額を基に、オークションサイト側が売り手と協力し偽名の入札者を名乗り、

入札金額を不正につり上げる等の不正行為が行われ得る。

本研究では、過去に、複数のエージェントの協調的入札機構として、完全自律型入札機構、スイッチング型入札機構、およびハイブリッド型入札機構などを提案した。完全自律型入札機構は、すべてのエージェントが自律的に入札を行う機構である。スイッチング型入札機構では、各時点において一つのエージェントだけが入札を許可される [Ito 00a]。ハイブリッド型入札機構は、完全自律型入札機構とスイッチング型入札機構の長所を取り入れた入札機構である [Ito 00b]。以上の過去の研究と、本論文の相違点は次の 2 点である。まず、過去の研究では、入札機構の仕組みについての提案に留まっており、システムとして実際にユーザを支援できるかどうか、という評価を示していない。次に、過去の入札機構では、即時購入機構に対処することができない。

本論文の構成を以下に示す。第 2 章で *BiddingBot* の構成、入札支援のプロセス、および相場価格情報の収集方法を述べる。第 3 章では、*BiddingBot* が対象とする環境の定式化と、その環境の上でのエージェント間の協調的な入札機構を示す。第 4 章では、本システムの実行例を示す。第 5 章では、*BiddingBot* の支援機能の有効性を示すための実験と評価を示す。第 6 章では、本システムに関連研究を示し本研究との相違点を明らかにする。第 7 章では、結論としてのまとめを示す。

2. 複数オークション入札支援システム *BiddingBot*

2.1 システム構成

図 1 に *BiddingBot* のシステム構成を示す。本システムは、一つのリーダーエージェントと複数のビッダーエージェントからなる。各々のオークションサイトにビッダーエージェントが割り当てられる。ビッダーエージェントは、他のビッダーエージェントと協調しながら、オークションサイトに対して商品に関する情報検索、モニタリング、および入札を行う。リーダーエージェントは、ビッダーエージェント間の交渉の仲介、ユーザからの要求のビッダーエージェントへの送信、および、ビッダーエージェントから送信された情報のユーザへの提示を行う。

各オークションサイトは、情報の提示方法、オークションプロトコル、入札方法、入札をキャンセルできるか否か、入札の締め切り時刻の決定方法など各々独自の方法で運営されている。本システムでは、情報の提示方法に関して、ビッダーエージェントはオークションサイトに対する柔軟な Wrapper として振舞う機能を持つ。Wrapper とは、非構造化データやクエリーをなんらかの構造化されたデータに変換するプログラムである。WWW 上での Wrapper は、HTML 文書に含まれる非構造化データを構造化したデータに変換する。本論文では、*BiddingBot* の入札支援機能に焦点を当てて論じるため、Wrapper に関

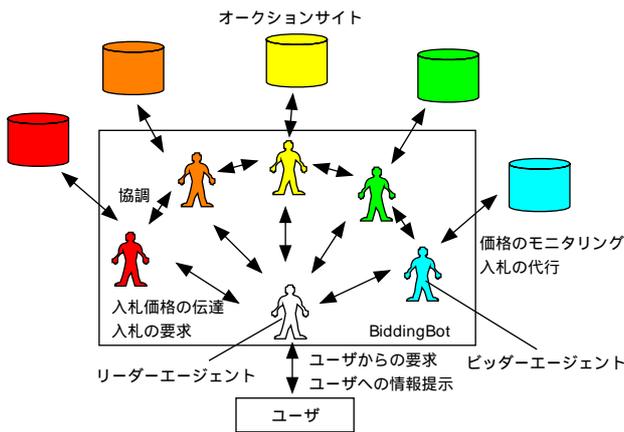


図1 *BiddingBot* のシステム構成

しては他の論文に譲る。

2.2 入札支援プロセス

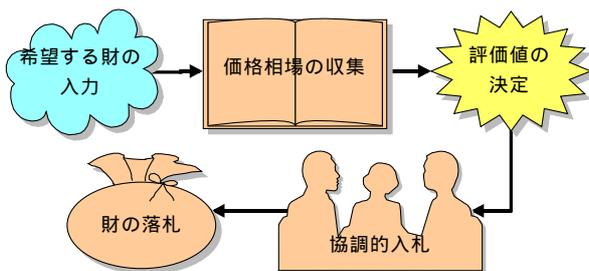


図2 入札支援プロセス

本システムの入札支援プロセスを図2に示す。本システムの入札支援プロセスは、順に(1)希望する商品に関する情報の入力、(2)価格相場に関する情報収集、(3)商品に対する評価値の決定、(4)エージェントによる協調的入札支援、および(5)商品の落札、の5つのステップからなる。

(1)では、ユーザーは希望する商品に関するキーワードをリーダーエージェントに送信する。キーワードとはWebサイト上の商品名や商品の説明に含まれる文字列である。ユーザーはキーワードとして複数の文字列を空白で区切って入力することができる。例えば、文字列“Palm”と文字列“Pilot”のどちらかを含むような商品名および商品の説明を検索する場合、ユーザーは“Palm Pilot”という文字列をリーダーエージェントに入力する。すなわち、空白で区切られた文字列をOR条件として検索する。また、大文字小文字の区別は行わない。キーワードをOR条件とし、かつ、大文字小文字の区別を行わないのは、なるべく関連した商品名を集め、ユーザーに提示することによって、情報の収集の支援をするためである。入力は、Webブラウザを通して行われる。リーダーエージェントは、キー

ワードをビッドャーエージェントに送信する。

(2)では、ビッドャーエージェントがキーワードに基づいて情報を検索することにより、商品の価格相場の情報ページを収集する。本ステップにおいて、各ビッドャーエージェントは、ユーザーが指定したオークションサイトから商品に関連する情報を収集する。詳細は、2.3節で示す。

(3)では、ステップ(2)で得られた商品の情報ページに基づいて、ユーザーが商品に対する落札希望額を決定する。具体的には、図5に示すような、商品の簡単な情報と詳細な情報ページへのハイパーリンクから構成される表を提示する。この表を基に、ユーザーが商品に対する落札希望額を決定し、本システムに入力する。落札希望額は、ビッドャーエージェントが入札を行う時の最高入札額である。すなわち、ビッドャーエージェントは入札において落札希望額以上の入札額を入札できない。(4)では、ビッドャーエージェント間で協調的に入札を行う。ステップ(4)についての詳細は第3章で示す。(5)では、商品が落札できたならば、リーダーエージェントはユーザーに落札されたことを知らせる。できなかったら、失敗したことをユーザーに知らせる。

2.3 相場価格情報の収集

*BiddingBot*では、ユーザーの希望する商品の相場価格の情報を提示することにより、ユーザーの希望落札価格の決定を支援する。支援の方法として、まず、エージェントが相場価格に関する情報を収集し、次に、その情報を基にユーザーが希望落札価格を決定する。ここで、*BiddingBot*が商品の相場価格を直接計算することは行わず、情報の最終的な取捨選択はユーザーが行う。この理由は、相場価格の正確な計算は、様々な要因(例えば、新品と中古の値段の差)が存在するため非常に困難だからである。本論文は入札支援機能について焦点を当てるため、情報検索の高度化についての詳細は他の論文に譲るが、以下に相場価格の情報の収集方法をまとめる。

相場価格の情報の収集方法として、*BiddingBot*では、以下の(a)、(b)、および(c)の方法を用いる。情報収集は、ショッピングサイトや検索サイトに特化したWrapperを持つビッドャーエージェントが行う。

(a)ユーザーが指定したオークションサイト以外のオークションサイトから商品情報を収集する。具体的には、一般にオークションサイトが持つ情報検索機構を用いて、単純なキーワード検索によって商品情報を検索する。他のオークションサイトからも検索を行う理由は、ある商品に関して、eBayやYahoo!Auctionsのような人気のあるサイトでは入札が存在するが、他のサイトでは入札が極端に少ないということがあり得るためである。

(b)一般のショッピングサイトから収集する。あらかじめ与えられたショッピングサイトを監視することにより、実際に販売されている商品情報を収集する。オークションに出品されているものが、他では売られていない時は、

売られていないという事実をユーザに知らせる。また、商品情報として、新品の情報や中古の情報が検索された場合、*BiddingBot* は、各情報をそのまま単にユーザに提示し、相場価格の推定を支援する。

(c) オークションの入札履歴から収集する。ここでは入札者が入札をやめた時点での入札額を相場価格の情報としてユーザに提示する。オークションの入札履歴とは、ある商品に対して誰がいくらでいつ入札したかに関する情報が、オークションの開始時間から終了時間まで時系列に沿って記録されている履歴を示す。具体的には、Yahoo オークションや、eBay オークション等で一般に公開されている過去のオークション履歴で、多くの入札者が入札をやめている価格を相場価格に近い価格と考える。すなわち、*BiddingBot* は、過去のオークション履歴から、各参加者の最高入札額の情報を取得することにより、その商品に対する相場価格に関する情報を収集する。

2.2 節の支援プロセスのステップ (2) では、基本的な設定で (a) と (b) の方法が用いられる。(c) はオプションでユーザの必要に応じて用いることができる。以下に (a) および (b) で用いられる手続き *PriceSearch* のアルゴリズムと (c) で用いられる *RecordSearch* のアルゴリズムを示す。

入力：

キーワードの集合 $S = \{s_1, \dots, s_n\}$,

検索ページの集合 $Pa = \{page_1, \dots, page_m\}$.

出力：

商品の情報ページの URL の集合

$U = \{url_1, \dots, url_l\}$,

procedure *PriceSearch*($\{s_1, \dots, s_n\}$)

begin

$U \leftarrow \{\}$, $Prs \leftarrow \{\}$

for each $page_k \in Pa$ **do**

for each $s_j \in S$ **do**

$page_k$ を用いて s_j を含む

ページ集合 $\{url_i\}$ を検索する .

$U \leftarrow U \cup \{url_i\}$.

return U

end.

procedure *RecordSearch*($\{s_1, \dots, s_n\}$)

begin

$P \leftarrow \{\}$, $U \leftarrow \{\}$, $Prs \leftarrow \{\}$

for each $au_k \in Au$ **do**

for each $s_j \in S$ **do**

au_k を用いて s_j を含む

商品ページ集合 P を取得する .

for each $url_i \in P$ **do**

if url_i が終了したオークション **then**

商品ページ url_i から履歴ページ r を抜き出す .

$U \leftarrow U + \{r\}$.

endif

return U

end.

同じ商品が同じ名称で出品されている保証はないため、上の商品名のキーワードを基に検索を行っても、正確に同じ商品が検索できるとは限らない。また、同じ商品でも商品の状態の違いや特典 (郵送料の有無) など細かい差が有り得る。そこで、*BiddingBot* では、まず、検索した商品のリストを直接ユーザに提示する。ユーザはリストを元に相場価格を推測し、希望落札価格を決定する。検索した商品のリストは、オークションサイトが用意している商品の詳細を説明したページにリンクされていれば、ユーザは、商品の状態の違いや特典 (郵送料の有無) 等を考慮した上で、希望落札価格を決定することができる。本検索機能によって、「支援する」という観点からユーザが多くサイトに対してキーワードを入力することと結果を統合することの負担を軽減できる。

3. エージェント間の協調的入札機構

3.1 複数オークションの定式化

本節では、複数オークションが存在する環境を定式化する。

- ビッダーエージェントを $a_i, (i = 0, \dots, n)$ とし、リーダーエージェント a_{leader} とする。
- オークションを $s_i, (i = 0, \dots, n)$ で表す。ビッダーエージェント a_i は、オークション s_i に対して監視、検索、および入札を行う。
- 時刻を $t_j, (j \geq 0)$ で表す。
- オークション s_i のスタート時刻を $t_s(s_i)$, および終了時刻を $t_d(s_i)$ とする。
- 買い手ユーザの希望落札価格を $P_{reserve}$ とする。
- オークション s_i における時刻 t_j の最高入札価格を $P_{t_j}(s_i)$ とする。
- 時刻 t_j においてオークション s_i における最高入札価格 $P_{t_j}(s_i)$ で、商品を落札できる主観的な確率を $Prob_{t_j}(s_i)$ とする。本主観的関数は、ユーザの主観を反映するために、基本的にはユーザによって設定可能である。ただし、デフォルトで、下記のように設定される。 s_i が即時購入機構を持たないオークションならば、 $Prob_{t_j}(s_i) = (1 - \frac{t_d(s_i) - t_j(s_i)}{t_d(s_i) - t_s(s_i)})$ とする。 s_i が即時購入機構を持つオークションならば、 $Prob_{t_j}(s_i) = 1$ とする。

即時購入機構がない場合は、オークションの終了時刻までが短ければ短いほど、落札できる確率 $Prob_{t_j}(s_i)$ は大きく、締切時刻には 1 に収束するような関数とした。本確率関数では、締切時刻までの残り時間が

多い時は、落札できる確率は低くなる。これは、他の参加者にとって、より高価格の入札を行うチャンスが多く、他の参加者が落札できる確率も高いという意味を表す。また、残り時間が少なくなるに従って、落札できる確率が高くなる。すなわち、他の参加者も高価格の入札を行うチャンスが少なくなり、落札できるチャンスも少なくなることを意味し、妥当と言える。さらに、終了時刻では落札できる確率は1となる。すなわち、自分が最高額を入札していたら、必ず落札できるという意味を表す。

即時購入機構がある場合は、落札できる確率を1とした。すなわち、参加者には、希望落札価格以上の価格を入札すれば、いつでも落札するチャンスがあるという意味を表す。

3.2 効用関数に基づくユーザの好みの反映

BiddingBot では、ユーザのお金に対する効用関数をステップ関数 u として保持する。効用関数を用いることによって、ユーザのお金に対する好みを反映することができる。ステップ関数は、ユーザが好みに応じて変更可能である。図3にステップ関数の例を示す。ここでは、ユーザの希望落札価格 $P_{reserve}$ が10,000円の場合を示す。図3の左のグラフは、リスク回避型のステップ関数を示している。基本的な設定（デフォルト）では、ユーザの効用関数はこのステップ関数で与えられる。理由は、一般に人間の効用関数はリスク回避型であるからである [Colell 95]。図3の右側のグラフは、リスク嗜好型のステップ関数の例を示している。

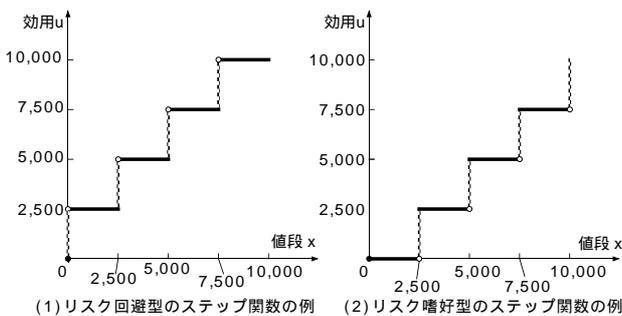


図3 ステップ関数の例

BiddingBot では、ユーザが自分の主観的な効用関数を入力しやすくするために、ステップ関数を導入した。ステップ関数を導入する理由は、以下の通りである。一般に人間のお金に対する効用関数は単純な関数 (例えば 効用 $u = \text{金額 } x$ など) では表せないことが知られている [Colell 95]。そこでステップ関数を導入することによって、ユーザが複雑な関数を入力する負担を軽減する。ユーザは、「2,500円から5,000円間の効用に関しては、すべて2,500円の効用と同じと考える」のように、システムに入力でき、複雑な関数を入力するよりも負担を軽減

できると考えられる。

一般にリスクとは、『一定の確率的法則性を有すると考えられる偶然性で、人間の当面の価値行動に影響を及ぼすもの [松原 96]』と定義される。本論文で、ユーザにとってのリスクとは、ユーザが *BiddingBot* を使った場合、お金を使ってしまう可能性、を意味する。極端な例として、*BiddingBot* を用いて複数のオークションに参加した時、ユーザが商品を落札することに成功する確率 50%、失敗する確率 50%と、考える。成功すれば2,500円、失敗すれば0円得られると考える。この場合、期待金額は1,250円である。図3の左のグラフより、リスク回避型のユーザは、1,250円の期待金額に対して2,500円と同等の効用を持つことが分かる。すなわち、リスク回避型のユーザは、複数のオークションに参加することによって損をすることを考えることになる。図3の右のグラフより、リスク嗜好型のユーザは、1,250円の期待金額に対して0円と同等の効用を持つことが分かる。すなわち、リスク嗜好型のユーザは、複数のオークションに参加することによって得をすることを考えることになる。以上は極端な例だが、*BiddingBot* では、一般にリスク回避型のユーザは、なるべくお金を使わずに入札を行うユーザであり、リスク嗜好型のユーザは、比較的小金を使って入札を行うユーザを想定している。

以上の効用関数に基づき、時刻 t_j におけるオークション s_i に対する期待効用 $EX_{t_j}(s_i)$ を以下のように定義する。

【定義1】(オークションに対する期待効用)

$EX_{t_j}(s_i) = Prob_{t_j}(s_i) \times u(P_{reserve} - P_{t_j}(s_i))$ すなわち、期待効用は、時刻 t_j で、儲けとなる金額に対するユーザの効用に、商品を落札できる主観的な確率 $Prob_{t_j}(s_i)$ を乗じたものとする。

ビッダーエージェントは、オークションに対する期待効用に基づいて、入札をするか否かの意思決定を行う。

3.3 協調的入札機構

本協調的入札機構では、複数のオークションから、一つの商品を、ユーザの希望する価格の範囲内で、なるべく安価で落札することを目的とする。本協調的入札機構の基本的な方針として、理想的な入札手法として締め切り間際に入札を行う。即時購入機構のあるオークションサイトに対しては、各時間間隔毎に、監視および入札の意思決定を行う。本協調的入札機構は、一定時間の間隔で各オークションを監視しながら、締め切りが近づいた時はボトムアップに協調プロセスを実行できる。協調プロセスは、以下の5つのステップから成る。ここでは、本プロセスを1度実行することを1ターンと呼ぶ。以下に本協調的入札プロセスの手続きを示す。

【ステップ1】あるビッダーエージェント a_x が、締め切り間際 (実装では、 $t_d(s_x)$ の10分前) になったら、リーダーエージェント a_{leader} に、プロセスの開始を伝える。

または、リーダーエージェント a_{leader} は、一定の時間間隔でプロセスを開始する（実装では 30 分毎・実験では 30 秒毎）。

【ステップ 2】リーダエージェント a_{leader} は、すべてのビッダーエージェント a_i に、現在 s_i に対して、最高入札額で入札しているかを尋ねる（時刻 t_j とする）。一つでも現在入札中なら、このターンは終了。複数の入札を同時に行うことを防ぐためである。

【ステップ 3】リーダエージェント a_{leader} が、すべてのビッダーエージェント a_i に、期待効用 $EX_{t_j}(s_i)$ を尋ねる。

【ステップ 4】各ビッダーエージェント a_i は、期待効用 $EX_{t_j}(s_i)$ をリーダーエージェント a_{leader} に返す。

【ステップ 5】リーダエージェント a_{leader} は、返された期待効用の集合 $EX_{t_j}(s_i), (i = 0, \dots, n)$ から、最大のものを選択する。最大の期待効用を持つオークション s_i を s_{max} とする。期待効用がすべて 0 ならば、終了する。ビッダーエージェント a_i には、入札を実行することを伝える。そして、 s_i で a_i が商品を落札したら、その他のエージェントには終了を伝え、終了する。

実装システムでは【ステップ 5】において、ビッダーエージェントが入札を行う場合に、ユーザに許可を得るプロセスもオプションとして用意されている。

4. 実行例

BiddingBot は、エージェントアプリケーション構築フレームワーク MiLog[Fukuta 01] を用いて実装されている。MiLog では、一つの計算機上に複数の Prolog インタプリタを実行することができる。*BiddingBot* では、一つの Prolog インタプリタを、一つのエージェントとして実装した。MiLog では、エージェント間の通信や HTTP リクエストの送受信のためのライブラリが用意されている。すなわち、MiLog では、WWW サーバとしての WWW サービス、他の WWW サーバへのアクセス、および他のエージェントとの通信機能を備えたエージェントを効果的に作成可能である。

以下に *BiddingBot* を実行例を示す。*BiddingBot* は、Web ブラウザからアクセス可能となっている。図 4 では、希望落札価格などのユーザの好みに関する情報を入力している。具体的には、図 4 の (A) の入力ボックスでは、キーワードを入力している。ここでは、“Palm Pilot” というキーワードを入力している。空白で区切られた文字列を OR 条件として検索する。すなわち、“Palm” が “Pilot” のどちらかが含まれる商品名を検索する。大文字と小文字の区別はしない。図 4 の (B) の入力ボックスでは、希望落札価格を入力している。図 4 の (C) の二つの入力ボックスでは、ユーザにとっての締切を入力している。図 4 の (C) の上の入力ボックスでは、日数を入力し、図 4 の (C) の下の入力ボックスでは、時間を入力する。図 5 で

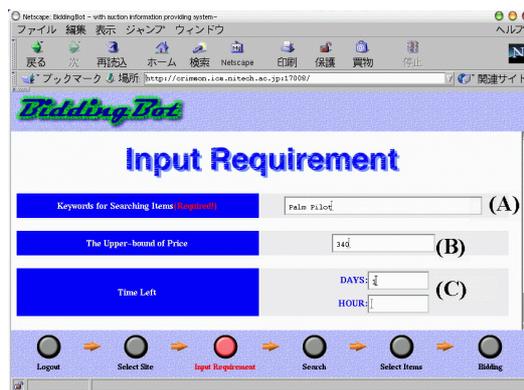


図 4 好みに関する情報の入力

は、ユーザが指定したオークションサイト、および、エージェントが探し出したオークションサイトに対して、与えられたキーワードを検索して得られた情報をユーザに示している。そして、図 6 で、収集された情報を基に、ユーザが再度落札希望額を決定し、再び確認する。この時、変更する必要がない場合は、最初に入力した値が使われる。



図 5 検索結果の表示



図 6 落札希望額の確認

図 7 では、協調的な入札の途中経過を表示している。10 秒に一度自動的に更新することにより、なるべく最新

の情報を表示している。図7中に(1)と示した「Bid!」とマークのついている商品に対して入札を行っている。図7中に(3)と示した「Cooperative Bid! Now Waiting...」というマークがついているのは、即時購入が設定されていない商品に対するマークである。図7中に(2)と示した「Buy It Now Waiting...」というマークがついているのは、即時購入が設定されていない商品に対するマークである。本論文で提案する協調的入札機構では、「Bid!」マークのついている、入札を行っている商品の方が期待効用が高いため、「Buy It Now Waiting...」というマークがついている商品については、即時購入をすることなく、待っていることが分かる。図8では最終的な結果を示している。ここでは、商品を落札できたことを示している。

	Status	BID	PHOTO	Goods Name	Price	Deadline	AuctionSite
(1)	Bid!			Palm VII	130.00	Dec 26 18:07	Palmsense2000
(2)	Buy It Now Waiting...			PALM PILOT 3C COLOR ORGANIZER LIKE NEW!!!	157.00	Dec 26 18:09	Palmsense2000
(3)	Cooperative Bid! Now Waiting...			Palm VII's personal organizer	130.00	Dec 26 18:10	Palmsense2000
(3)	Cooperative Bid! Now Waiting...			PALM PILOT 3C COLOR ORGANIZER LIKE NEW!!!	155.00	Dec 26 18:11	Palmsense2000

図7 協調的入札機構に基づく入札

RESULTS
I win!

Palm VII
PAYMENT: 144

Scope	BID	PHOTO	Goods Name	Price	Deadline	AuctionSite
WIN!!			Palm VII	144.00	Dec 26 18:07	eBay
Stop Bidding			PALM PILOT 3C COLOR ORGANIZER LIKE NEW!!!	157.00	Dec 26 18:09	YahooAuction

図8 最終結果の表示

試用評価から、以下の二つの意見が見受けられた。(1) *BiddingBot* が何をやっているかを詳細に知りたい。(2) すべてを自動的に進めると、不安である。そこで、本研究では、(1) に対して、*BiddingBot* の現在の状況を表示するインターフェースエージェントを実装した。図9に示すインターフェースエージェントは、ユーザの要求に答えて *BiddingBot* のエージェントが現在どこのサイトを検索しているかについての詳細情報を示す。(2) に関しては、エージェントが実際に入札する際には、ユーザの許可を

得てから実行する機構をオプションで用意した。



図9 インターフェースエージェント

5. 実験と評価

5.1 実験目的と実験環境の精緻化

本実験の目的は、*BiddingBot* によってユーザの入札支援が可能であることを示すことである。そのため、ユーザが *BiddingBot* を使って入札を行った場合と、*BiddingBot* を使わずに入札を行った場合を比較する。*BiddingBot* を使わずに入札する状況として、ユーザが直接入札する場合と入札代行ロボットを使って入札する場合を想定する。入札代行ロボットとは、各オークションサイトで一般的に用意されている入札プログラムで、ユーザが入力した希望金額に到達するまで自動的に入札値を増加させながら入札を繰り返す。入札代行ロボットは、一つのオークション専用のプログラムであり、複数のオークションサイトを管理し、入札することはできない。

本実験では以下の2点を目的とする。

- *BiddingBot* を使ったユーザが、手入力の場合よりも商品をなるべく安い価格で落札できることを示す。
- *BiddingBot* を使ったユーザが、手入力の場合よりも商品をなるべく高い確率で落札できることを示す。

本研究では、上の2点を示すために、表層的な計算機シミュレーションではなく、本システムを現実世界に適応した場合における制約や限界について考察するために、以下のような工夫を行うことにより、実験設定の精緻化を試みた。まず、*BiddingBot* を用いて、単に実世界のオークションサイトに対して入札を行い、その結果を評価する、という実験設定が可能である。しかし、実世界に対して入札するという実験には以下のような問題点があり、評価が非常に困難である。

- 複数のオークションという極めて動的かつ不確定な環境であるため再現性がない。
- 数回の試行をくり返すには、多くの現実的な予算が必要。

一方、実世界全体をすべて計算機でシミュレートするという方法があるが、複数のオークションサイトで不特定多数の人間が入札しているという環境は極めて不確定である。例えば、オークションサイトでは、締切間際の

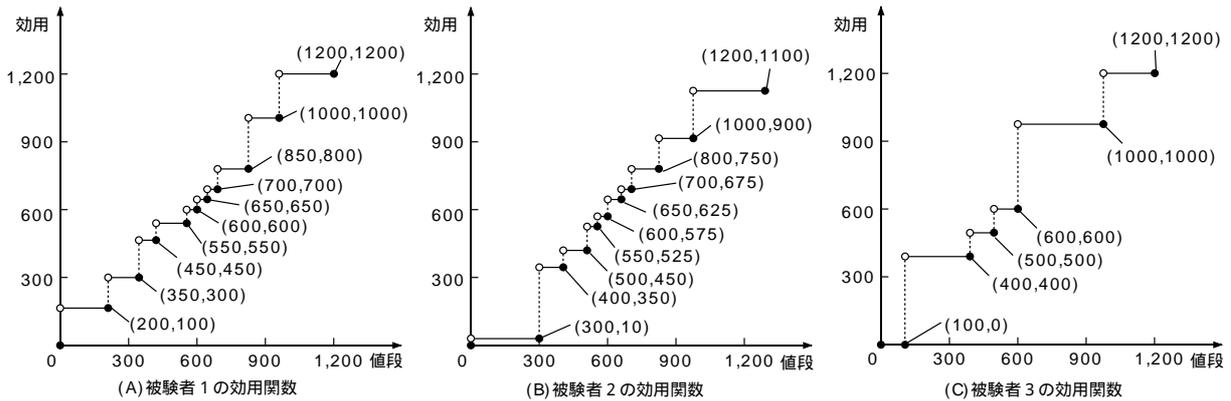


図 10 被験者が入力した効用関数

入札が非常に多いということが知られているが、現実には、必ずしも、すべての入札が締め切りに集中するわけではない。すなわち、単にすべての入札者をシミュレートしてしまうような計算機シミュレーションを実現したとしても、現実の不確定な状況を再現することは難しい。

そこで、本論文では、現実のオークションから入札履歴を取得し、この履歴に基づいて複数のオークションサイトが存在する実験環境を構築する。オークションの入札履歴とは、ある商品に対して誰がいくらでいつ入札したかに関する情報が、オークションの開始時間から終了時間まで時系列に沿って記録されている履歴である。そして、本環境において *BiddingBot* を使った場合と使わない場合に、*BiddingBot* がどれほどユーザを支援できたかを比較する。

入札履歴は、eBay.com から同一の商品に関する実際のオークション入札履歴を取得した。一つの入札履歴で一つのオークションサイトと想定した。10 個の入札履歴の中から 5 個を選択し、1 つの仮想的な実験設定とする。すなわち、*BiddingBot* は、5 つのオークションサイトに対して入札を行う。現実には、ユーザが *BiddingBot* を使う場合も 5 つ程度が妥当と考えられる。本実験では、ランダムに 7 つの実験設定を選定した。

各オークションでは、入札履歴に基づいて入札を増加させる。入札履歴の開始時間からの経過時間と、入札価格、および入札者の名前がオークションに反映される。ある一つのオークションで、*BiddingBot* が入札額 p で入札した時、その時点から後で p 以下の入札が入札履歴中に存在する場合、この入札は実験環境のオークションには反映しないものとした。開始時刻はすべてのオークションで同じとした。入札履歴によってオークションの時間の長さが異なるため締め切時刻は各オークションで異なることになる。実際の入札履歴の開始時刻から終了時刻の長さは 3 日程度であった。本実験では、実際の時間の 1 時間を、1 分として扱った。約 3 日の長さの入札履歴は、実験では約 1 時間となった。

ユーザは予算を十分に持っているが、なるべく安く商品を落札することを目指すものと想定する。本実験で示

す点は、複数のオークションサイトを管理する場合に、*BiddingBot* がユーザを支援できるという点であり、一つのオークションサイトでいかにして勝つかではない。そこで、一つのオークションでは勝つことができるように予算を十分に用意した。その上で、複数のオークションサイトを管理することによって、なるべく安い値段で商品を落札できるか否かを実験によって確かめた。

現実の入札履歴では時期によって商品の価値が変化しているため、落札価格が 600 円周辺の履歴と 1,100 円周辺の履歴が存在した。本実験では敢えて、これらの入札履歴を同時に扱うことによって、*BiddingBot* が 1,100 円周辺の落札額ではなく、より安い 600 円周辺の落札額で商品を落札できるか、を確かめた。

被験者は、*BiddingBot* を使用した経験はないが、Web ブラウザなどのインターネットを利用するための基本的なソフトウェアは日常的に使っている被験者 A、被験者 B、および被験者 C とした。被験者 A と被験者 B は、インターネットオークションに関しては初心者であった。つまり、被験者 A と被験者 B は、初期の知識として、締め切り時間直前に入札することが良い戦略であることを知らなかった。被験者 C は、インターネットオークションで日常的に商品を購入しており、締め切り直前の入札等の戦略を知っていた。

被験者を、なるべく現実のオークションを行っている状況に置くために、他のオークションサイトで入札している入札者が、入札履歴に基づいて入札していることは知らせなかった。これによって、被験者には、いつ他の入札者が入札してくるか分からない、という緊張感を持たせることができた。すなわち、*BiddingBot* を使わない場合、被験者は各試行が終了するまで、すべてのオークションサイトを監視している必要があった。

実験では、各被験者は自分の効用関数を *BiddingBot* に入力した。各被験者が実験において入力した効用関数を図 10 に示す。被験者 1 と被験者 2 は効用関数を 10 段階のステップから構築し、被験者 3 は効用関数を 6 段階のステップから構築した。被験者 3 の効用関数は、他の被験者よりもややおおざっぱな効用関数となった。

本実験環境の利点を以下の4点にまとめる。

- オークションに勝つか負けるかではなく、ユーザの支援ができるか否か、という目的を示すことができる。
- 現実の入札履歴を用いることにより、現実にかなり近い状況が再現できる。
- 再現性がある環境を構築できる。
- 多くの予算を使わずに数回の試行をくり返すことができる。

5.2 実験結果と評価

実験では、10種類の入札履歴に基づいて7つの実験設定を選択し、各実験設定に対して、3人の被験者が手入力(入札代行ロボットも使用可能)の場合と *BiddingBot* を使った場合で入札を行った。

実験結果を表1から表6に示す。各表は、1つの行が1つの実験環境を示し、1つの列が一つのオークションサイトの入札履歴(履歴)を示す。例えば、表1において、実験環境1は、Site 6, Site 7, Site 8, Site 9, および Site 10の5つのオークションサイトの履歴から構成される。各表の中の“-”印は、その実験環境で、そのオークションサイトの履歴は使わなかったことを示している。各表の中の数字は、実験を行った結果の最終的な落札価格を表す。各表の中の*印を付した数字はその被験者が落札したことを表す。例えば、表1の実験環境1では、被験者1は、Site 7において、591円で落札できている。Site 6, Site 8, Site 9, および Site 10では、被験者1以外の入札者が、それぞれ685円、650円、632円、および570円で落札していることを表している。

表2, 表4, および表6より、すべての被験者は、*BiddingBot* を用いることによって、必ず商品を落札できていることが分かる。また、5.2節で示した通り、履歴には、商品の落札価格が600円周辺の物と1,100円周辺の物が存在する。すべての被験者が、*BiddingBot* を使った場合、ほとんどの時、1,100円前後の落札額ではなく、600円前後の落札額で落札できている。

落札額を比較するために、各被験者が、手入力によって落札した価格と、*BiddingBot* を使って落札した価格を比較したグラフを図11, 図12, および図13に示す。

図11と図12より、被験者1と被験者2は、オンラインオークションの初心者であが、*BiddingBot* を用いることによって、より安く、高い確率で商品を落札できている。より安く落札できている例としては、図11の実験環境1, 実験環境5, および実験環境6, 図12の実験環境1, 実験環境3, 実験環境4, および実験環境5がある。手入力の時の落札金額と *BiddingBot* を使った時の落札金額の差には大きな意味はないと考えられる。そこで、「落札額が安いのか否か」という点だけで見ると、*BiddingBot* を使った場合の方が安く落札できた試行数は全21回中11回、および、*BiddingBot* を使った場合と落札額が同額だった試行数は全21回中6回である。従って、全21回

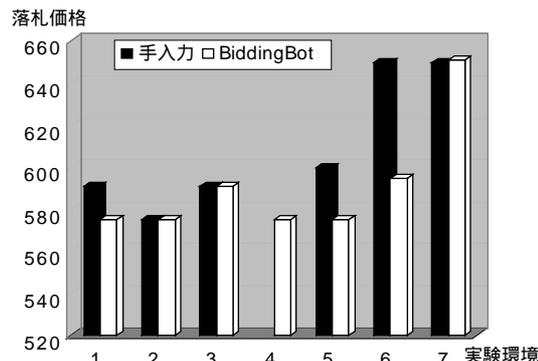


図11 被験者1の結果

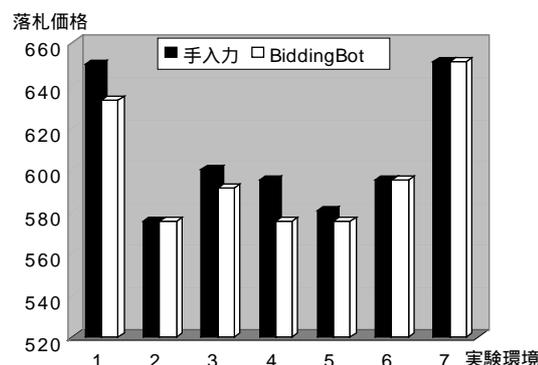


図12 被験者2の結果

中17回は、手入力の場合の落札額以下の金額で落札できている。高い確率で商品を落札できる例として、被験者1は実験環境4において、手入力では落札に失敗している(表1および図11)にも関わらず、*BiddingBot* を用いた場合には落札に成功している。

図13より、被験者3は、オンラインオークションを日常的に利用するユーザであるが、実験環境3を除いて *BiddingBot* を用いた場合の方が安く商品を落札できている。実験環境3では、*BiddingBot* は落札に成功しているが、1,103円という価格で落札している。価格帯として600円付近と1,100円付近の入札履歴を用意したため、落札額

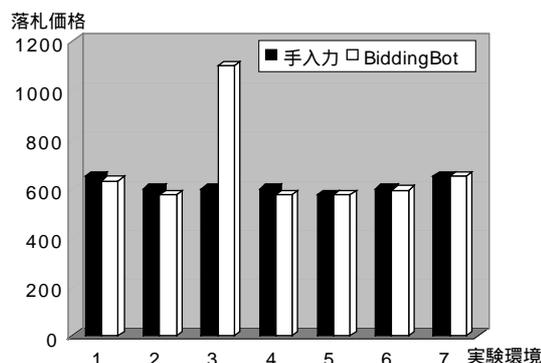


図13 被験者3の結果

表 1 被験者 1, 手入力

	Site 1	Site 2	Site 3	Site 4	Site 5	Site 6	Site 7	Site 8	Site 9	Site 10
実験環境 1	-	-	-	-	-	685	591*	650	632	570
実験環境 2	590	1425	1125	-	-	-	-	-	632	575*
実験環境 3	-	-	-	1102	1425	685	591*	650	-	-
実験環境 4	590	-	-	-	-	685	590	650	-	570
実験環境 5	-	1425	1125	-	1425	685	-	-	-	600*
実験環境 6	650*	1425	1125	1102	1425	-	-	-	-	-
実験環境 7	-	1425	1125	1102	-	-	-	650	650*	-

表 2 被験者 1, BiddingBot

	Site 1	Site 2	Site 3	Site 4	Site 5	Site 6	Site 7	Site 8	Site 9	Site 10
実験環境 1	-	-	-	-	-	685	590	650	632	575*
実験環境 2	590	1425	1125	-	-	-	-	-	632	575*
実験環境 3	-	-	-	1102	1425	685	591*	650	-	-
実験環境 4	590	-	-	-	-	685	590	650	-	575*
実験環境 5	-	1425	1125	-	1425	685	-	-	-	575*
実験環境 6	595*	1425	1125	1102	1425	-	-	-	-	-
実験環境 7	-	1425	1125	1102	-	-	-	651*	632	-

表 3 被験者 2, 手入力

	Site 1	Site 2	Site 3	Site 4	Site 5	Site 6	Site 7	Site 8	Site 9	Site 10
実験環境 1	-	-	-	-	-	685	590	650	650*	570
実験環境 2	590	1425	1125	-	-	-	-	-	632	575*
実験環境 3	-	-	-	1102	1425	685	600*	650	-	-
実験環境 4	595*	-	-	-	-	685	590	650	-	570
実験環境 5	-	1425	1125	-	1425	685	-	-	-	580*
実験環境 6	595*	1425	1125	1102	1425	-	-	-	-	-
実験環境 7	-	1425	1125	1102	-	-	-	651*	632	-

表 4 被験者 2, BiddingBot

	Site 1	Site 2	Site 3	Site 4	Site 5	Site 6	Site 7	Site 8	Site 9	Site 10
実験環境 1	-	-	-	-	-	685	590	650	633*	570
実験環境 2	590	1425	1125	-	-	-	-	-	632	575*
実験環境 3	-	-	-	1102	1425	685	591*	650	-	-
実験環境 4	590	-	-	-	-	685	590	650	-	575*
実験環境 5	-	1425	1125	-	1425	685	-	-	-	575*
実験環境 6	595*	1425	1125	1102	1425	-	-	-	-	-
実験環境 7	-	1425	1125	1102	-	-	-	651*	632	-

表 5 被験者 3, 手入力

	Site 1	Site 2	Site 3	Site 4	Site 5	Site 6	Site 7	Site 8	Site 9	Site 10
実験環境 1	-	-	-	-	-	685	590	650	650*	570
実験環境 2	590	1425	1125	-	-	-	-	-	632	600*
実験環境 3	-	-	-	1102	1425	685	600*	650	-	-
実験環境 4	590	-	-	-	-	685	590	650	-	600*
実験環境 5	-	1425	1125	-	1425	685	-	-	-	575*
実験環境 6	600*	1425	1125	1102	1425	-	-	-	-	-
実験環境 7	-	1425	1125	1102	-	-	-	650	650*	-

表 6 被験者 3, *BiddingBot*

	Site 1	Site 2	Site 3	Site 4	Site 5	Site 6	Site 7	Site 8	Site 9	Site 10
実験環境 1	-	-	-	-	-	685	590	650	633*	570
実験環境 2	590	1425	1125	-	-	-	-	-	632	575*
実験環境 3	-	-	-	1103*	1425	685	591*	650	-	-
実験環境 4	590	-	-	-	-	685	590	650	-	575*
実験環境 5	-	1425	1125	-	1425	685	-	-	-	575*
実験環境 6	595*	1425	1125	1102	1425	-	-	-	-	-
実験環境 7	-	1425	1125	1102	-	-	-	651*	632	-

の差には大きな意味はないと考えられるが、*BiddingBot* が高い価格帯で落札した理由を以下で考察する。

図 10 で示した通り、被験者 1 と被験者 2 の効用関数は、ステップ数が 10 だったのに対して、被験者 3 の効用関数のステップ数が 6 であった。特に 600 円周辺に関する効用に関して、被験者 1 と被験者 2 の効用関数は詳細に設定されていたのに対し、被験者 3 の効用関数はややおおざっぱに設定されていた。実験の設定として、商品の落札価格は 600 円周辺か、1,100 円周辺とした。そのため、600 円周辺の効用関数を、注意深く作った方が *BiddingBot* が適切に入札できる。一方、おおざっぱに作ってしまうと、*BiddingBot* は、効用に差が付けられないため、適切に入札できない場合がある。被験者 3 の *BiddingBot* が、実験環境 3 で 1,103 円というやや高い価格で落札した理由は、被験者 3 が効用関数を落札額付近でややおおざっぱに設定してしまったためと考えられる。以上から得られる知見として、商品の相場価格付近では、ユーザは効用関数を注意深く設定する必要がある。

本実験により得られた知見を以下にまとめる。

- *BiddingBot* を使ったユーザが、手入力の場合よりも安い価格で落札できている。
- *BiddingBot* を使ったユーザが、手入力の場合よりも高い確率で落札できている。
- より安い価格かつより高い確率で落札するためには、*BiddingBot* が、入札額の変化に素早く反応できるようにするため、効用関数を、相場価格を基にして適切に定める必要がある。

6. 関連研究

本節では、関連研究を示し、本研究との相違点を明らかにする。まず、iTrack(www.itrak.com) や AuctionWatch(www.auctionwatch.com) は、複数オークションサイトの商品の検索(入札はしない)や監視を支援する Web サーバーである。ShopBot[Doorenbos 97] はショッピングエージェントである。ShopBot の特長は、オンラインの商店のサイトの記述や、その商店に対するクエリーを自動的に解析できる点である。ShopBot を発展させた Jango[Etzioni 97] では、ユーザが商品に対する情報をより詳細に指定することを可能にしている。以上のシステムは、商品情報の

検索の支援に注目したシステムである。一方、*BiddingBot* は、商品情報を検索よりも、入札を支援するという点に重点を置いている。

複数のオークションサイトを対象としてエージェントが入札を支援する関連研究を以下に挙げる。Anthony らの研究 [Anthony 01] では、一つのエージェントが複数のオークションを監視、かつ入札し、商品を落札する方法を論じている。Preist らの研究 [Preist 01] でも、一つのエージェントが複数のオークションを監視かつ入札し、商品を落札する方法を論じている。[Anthony 01] および [Preist 01] と本研究の独創性と新規性に関する根本的な相違点は、本研究は現実のユーザの入札の支援するシステムの実装を目標としているのに対し、[Anthony 01] および [Preist 01] は、仮想シミュレーションの上での理論的な入札アルゴリズムの提案を目標にしているという点である。以下に、本研究と [Anthony 01] および [Preist 01] の詳細な相違点を挙げる。

[Anthony 01] との比較：

[Anthony 01] の特徴を以下に示す。

- 目的は入札の自動化(エージェントは完全に自律的)。
- 入札するのは一つのエージェントのみ。
- 英国型, Vickrey 型, およびオランダ型からなる仮想世界のオークションを対象とする。現実世界に適用できるか不明。
- 即時購入は考慮に入られていない。
- 計算機シミュレーションによる理論的な分析が主であり、実世界へ適用することを目的としたシステムとして実装されていない。

[Anthony 01] と比較した時の本研究の特徴を以下に示す。

- 目的はユーザの支援(エージェントは半自律的)。
- 複数エージェントによる入札。
- 英国型からなる実世界のオークションを対象とする。
- 即時購入を考慮に入れている。
- 実世界へ適用することを目的としたシステムとして実装されている。

[Preist 01] との比較：

[Preist 01] の特徴を以下に示す。

- 目的は入札の自動化(エージェントは完全に自律的)。
- 一つのエージェントが入札を行う。

- 変形英国型からなる仮想世界のオークションを対象とする．現実世界で多く用いられる通常の英国オークションに適用できるかは不明．
- 即時購入は考慮に入られていない．
- 計算機シミュレーションによる理論的な分析が主であり，実世界へ適用することを目的としたシステムとして実装されていない．

[Preist 01] と比較した時の本研究の特徴を以下に示す．

- 目的はユーザの支援 (エージェントは半自律的) ．
- 複数エージェントが入札する ．
- 英国型からなる実世界のオークションを対象とする ．
- 即時購入に対処している ．
- 実世界へ適用することを目的としたシステムとして実装されている ．

7. おわりに

本論文では，インターネット上の複数のオンラインオークションでの入札を支援するシステム *BiddingBot* を提案した．複数のオークションサイトで，同じ商品が取引されている場合に，なるべく安く落札することは，人間にとっては大きな負担である．そこで本システムでは，エージェントが人間の代理となって，協調的に複数のオークションで入札を支援する．さらに複数のオークションに同時に参加し効果的に入札を行うためのエージェント間の協調的入札機構を提案した．

BiddingBot を評価するために，現実世界の複数のオークションサイトへの入札という状況は，非常に動的かつ不確定なために，再現性がなく，多くの予算が必要になる，という観点から，現実のオークションの履歴に基づく実験を設定した．本実験から得られた知見を以下にまとめる．まず，*BiddingBot* を使ったユーザが，手入力の場合よりも安い価格で落札できている．次に，*BiddingBot* を使ったユーザが，手入力の場合よりも高い確率で落札できている．最後に，より安い価格かつより高い確率で落札するためには，*BiddingBot* が，入札額の変化に素早く反応できるようにするため，効用関数を，相場価格を基にして適切に定める必要がある．

謝辞

システムの実装を支援して頂いた名古屋工業大学の福田直樹君と山田亮太君，実験に協力して頂いた被験者の方々，および非常に有益なコメントを頂いた査読者の方々に感謝の意を表します．

◇ 参考文献 ◇

[Anthony 01] Anthony, P., Hall, W., and Dang, V. D.: Autonomous agents for participating in multiple on-line auctions, in *Proc. of the IJCAI Workshop on E-Business and the Intelligent Web*, pp. 54–64 (2001).

- [Colell 95] Colell, A. M., Whinston, M. D., and Green, J. R.: *Microeconomic Theory*, Oxford University Press (1995).
- [Doorenbos 97] Doorenbos, R. B., Etzioni, O., and Weld, D. S.: A Scalable Comprison-Shopping Agent for the World-Wide Web, in *Proc. of Autonomous Agents 97*, pp. 39–48 (1997).
- [Etzioni 97] Etzioni, O.: Moving Up the Information Food Chain: Deploying Softbots on the World Wide Web, *AI magazine*, Vol. 18, No. 2, pp. 11–18 (1997).
- [Fukuta 01] Fukuta, N., Ito, T., and Shintani, T.: A Logic-based Framework for Mobile Intelligent Information Agents, in *Poster Proc. of the 10th International World Wide Web Conference (WWW10)*, pp. 58–59 (2001).
- [Guttman 98] Guttman, R. H., Moukas, A. G., and Maes, P.: Agent-mediated Electronic Commerce: A Survey, *The Knowledge Engineering Review*, Vol. 13, No. 2, pp. 147–159 (1998).
- [Ito 00a] Ito, T., Fukuta, N., Shintani, T., and Sycara, K.: *BiddingBot*: A Multiagent Support System for Cooperative Bidding in Multiple Auctions, in *Proc. of the 4th International Conference on Multi-Agent Systems (ICMAS-2000)*, pp. 399–400 (2000).
- [Ito 00b] Ito, T., Fukuta, N., Yamada, R., Shintani, T., and Sycara, K.: Cooperative Bidding Mechanism among Agents in Multiple Online Auctions, in *Proc. of the 6th Pacific Rim International Conference on Artificial Intelligence (PRICAI-2000)*, p. 810 (2000).
- [Preist 01] Preist, C., Bartolini, C., and Phillips, I.: Algorithm Design for Agents which Participates in Multiple Simultaneous Auctions, in Dignum, F. and Cortes, U. eds., *Agent-mediated Electronic Commerce III*, LNAI 2003, pp. 139–154, Springer (2001).
- [Rasmusen 89] Rasmusen, E.: *Games and information, an introduction to Game Theory*, Blackwell Publishers, 2nd edition (1989).
- [伊藤 01] 伊藤, 新谷: マルチエージェントのための実装技術とその応用, 人工知能学会誌, Vol. 16, No. 4, pp. 469–475 (2001).
- [松原 96] 松原望: 新版 意思決定の基礎, 朝倉書店 (1996).

〔担当委員: 大澤幸生〕

2001 年 9 月 16 日 受理

著者紹介

伊藤 孝行 (正会員)

2000 年名古屋工業大学大学院工学研究科電気情報工学専攻博士後期課程修了．博士 (工学) ．1999 年から 2000 年にかけて日本学術振興会特別研究員 ．2000 年から 2001 年にかけて南カリフォルニア大学情報科学研究所 (USC/ISI) 客員研究員 ．2001 年より北陸先端科学技術大学院大学知識科学教育センター助教授 ．現在に至る ．マルチエージェントシステム, 電子商取引支援, グループ意思決定支援に興味を持つ ．AAAI, 電子情報通信学会, 情報処理学会, 日本ソフトウェア科学会, 計測自動制御学会各会員 ．itota@jaist.ac.jp

服部 宏充 (学生会員)

2001 年名古屋工業大学大学院工学研究科電気情報工学専攻博士前期課程修了 ．現在同大学院博士後期課程 2 年在学中 ．グループ意思決定支援システム, マルチエージェントシステム, 電子商取引支援に興味を持つ ．AAAI, 電子情報通信学会, 情報処理学会, 日本ソフトウェア科学会各学生会員 ．hatto@ics.nitech.ac.jp

新谷 虎松 (正会員)

1982 年東京理科大学大学院修士課程修了 ．同年富士通 (株) 国際情報社会科学研究所入所 ．知識情報処理, 論理プログラミングなどの研究に従事 ．1993 年名古屋工業大学情報システム学科助教授 ．1999 年名古屋工業大学知能情報システム学科教授 ．1999 年から 2000 年にかけてカーネギーメロン大学ロボティクス研究所客員研究員 ．現在に至る ．工学博士 ．分散人工知能, 意思決定支援システム, マルチエージェントシステムの研究に従事 ．AAAI, 電子情報通信学会, 情報処理学会, 日本ソフトウェア科学会各会員 ．tora@ics.nitech.ac.jp