

基于组合拍卖机制的移动 Agent 投标策略

刘爱珍¹, 贾红丽², 王嘉祯¹, 王素贞¹, 张西红¹

(1. 军械工程学院计算机工程系, 石家庄 050000; 2. 军械工程学院装备保障工程系, 石家庄 050000)

摘 要: 针对 Agent 系统资源分配需求提出一种兼顾 Agent 时间片数量要求和执行截止期限要求的投标策略。定义 CPU 时间片组合拍卖问题模型, 设计 Agent 各种投标信息处理方法, 包括适合组合拍卖 CPU 时间片机制的 Agent 零智能投标算法和 NZIPca 投标算法。仿真结果表明 NZIPca 策略具有较强的竞标能力。

关键词: 组合拍卖; 移动 Agent; 投标策略

Mobile Agent Bidding Strategy Based on Combinational Auction Mechanism

LIU Ai-zhen¹, JIA Hong-li², WANG Jia-zhen¹, WANG Su-zhen¹, ZHANG Xi-hong¹

(1. Department of Computer Engineering, Ordnance Engineering College, Shijiazhuang 050000;

2. Department of Equipment Guarantee Engineering, Ordnance Engineering College, Shijiazhuang 050000)

【Abstract】 A bidding strategy is proposed for resource allocation demand of mobile agent system. In this strategy, both Agent time slice demand and execution deadline demand are considered. The CPU slice combinational auction model is defined. And a method is designed to process the agent bidding information. A constrained zero intelligent bidding algorithm and New Zero-Intelligence-Plus for sealed combinatorial Auction(NZIPca) bidding algorithm for this mechanism are designed. Simulation results show that NZIPca stratage has better winning performance.

【Key words】 combinational auction; mobile Agent; bidding strategy

1 概述

移动 Agent 是一种新型的分布式应用, 它通过在异构网络的主机间迁移寻找可满足其任务所需各种资源要求的主机来执行。Internet 是一个开放的网络, 具有自主性的移动 Agent 在网络主机上运行不可避免会占用该主机的各种资源, 尤其是每个 Agent 必须用到的 CPU 资源。一般情况下, Agent 的目的是最大化所服务用户的利益, 即尽快完成任务。这样, 各 Agent 总会想方设法多占用主机资源, 从而极易出现过度甚至恶意使用目标主机资源的情况, 给目标主机系统造成严重的拥塞问题及安全隐患。因此, 移动 Agent 系统必须提供有效的资源分配机制以保证主机系统的安全、性能及利益。以 D'Agent 系统提出的微观经济学模型的市场机制为代表的资源分配机制^[1]是一种既可防止 Agent 滥用主机系统资源又可为主机带来利益的有效解决方案。在该机制中, Agent 以其拥有的电子货币购买其需要的主机资源, Agent 电子货币的数量确定了其购买能力及可得资源的数量及优先级, 主机根据收入最大化的原则确定如何分配其资源, 并确定各 Agent 的优先级别。这种资源分配问题的优点在于以电子货币作为唯一的标准, 不但分配准则简单统一, 而且 Agent 必须“量入为出”, 根据自身的目标和电子货币的多少决定如何规划其竞争 CPU 等资源的策略。其竞争资源能力的强弱直接影响 Agent 完成用户任务的能力(通过任务的完成时间和花费的多少体现)、目标主机的收入和负载及 Agent 的应用前景。本文探讨基于密封组合拍卖移动 Agent 系统 CPU 资源机制下的 Agent 竞争资源策略, 也称为移动 Agent 投标策略。

2 问题模型

假设有 N 个持有电子货币的 Agent 欲投标竞争移动

Agent 系统 CPU 时间片的使用权, 且各 Agent 对时间片的需求总量一般总是大于可得到的拍卖时间片数量。Agent 系统 CPU 资源分配采用文献[2]描述的重复密封组合拍卖机制及遗传算法计算竞标集合。CPU 时间片重复拍卖, 每次拍卖的 CPU 时间片总量 M 固定。每次拍卖, 每个 Agent 可竞争一个或多个单元($\leq M$)的时间片使用权。每个投标 Agent 均有至少需要 1 个时间片才能完成的任务, 每个任务都有预算限制, 且都存在一个最大截止期限要求。假设 Agent i 的任务需要 s_i 个时间片才能完成, 其预算为 E_i , 其最大截止期为 D_i 。如果任务在截止期 D_i 之前完成, 它产生价值 $v_i(t) = v_i(t') > 0$ (如果 $t \leq D_i, t' \leq D_i$), 否则, $v_i(t') = 0$ (如果 $t' > D_i$), 执行已无意义。

一般情况下, 各个 Agent 的任务大小各不相同, 因此所需的 CPU 时间片数量(s)也不同, 可能小于等于 M , 也可能大于 M 。但限于主机系统每次拍卖的时间片数量(M), 要求各 Agent 每次投标欲申请的时间片数 r 应满足: $r \leq M$, 否则视为无效标。因此, 对于 $s > M$ 的任务, Agent 在参与投标前必须根据最大截止期 D 将每次投标的时间片数量 r 变为某个小于等于 M 的值, 并确定每次投标数量的截止期 d 。而后多次参与拍卖, 重复进行投标, 直到在该主机上完成任务或截止期到达为止。对于 $s \leq M$ 的任务, Agent 每次投标欲申请的时间片数量 r 与 s 相同, 只根据截止期限 D 确定最大投标次数

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(60672143); 河北省科技攻关计划基金资助项目(052435179D, 08213511D)

作者简介: 刘爱珍(1972—), 女, 博士, 主研方向: 移动 Agent 智能算法; 贾红丽, 副教授、博士; 王嘉祯, 教授; 王素贞, 教授、博士; 张西红, 副教授、博士

收稿日期: 2008-09-22 **E-mail:** liuazhen_163@163.com

及每次投标的截止期 d 即可。为简单起见, 无论 $s > M$ 还是 $s \leq M$ 的任务, 都采用下列处理方法: 重复投标时 Agent 每次投标申请的数量 r 和截止期限 d 一旦设定, 不再改变。另外, 假设每轮拍卖的周期持续时间固定, 其开销忽略不计。综上, 将 Agent 的投标相关信息的处理方法及要求归结如下:

(1) Agent 必须在最大截止期限(D)内总共获胜 s 个时间片才有价值。

(2) Agent 重复参与拍卖的次数最少为 $\lceil s/r \rceil$ 次。如果 s 能被 r 整除, 则 Agent 重复参与拍卖, 每次申请时间片单元数量为 r 、截止期限为 M ; 如果不能整除, 则 Agent 除必须竞标成功投标时间片数量为 r 、截止期限为 M 的标 $\lceil s/r \rceil$ 次外, 还必须竞标成功 1 次投标数量值为 s/r 的余数、其最大截止期限 $\leq (D-M \times a)$ (a 为已投标次数) 的标, 才能完成任务。

(3) Agent 参与拍卖的次数最多为 $\lceil DM \rceil$ 次。

(4) Agent 每次投标申请的数量 r 必须满足 $\lceil s/r \rceil \leq \lceil D/M \rceil$ 。

基于上述模型, 主机根据收入最大化原则确定获胜 Agent 名单, 达到合理高效分配 CPU 资源使用权的目的。而 Agent 则遵循密封组合拍卖协议规则, 结合自身预算限制, 采用一定的投标策略进行竞标, 以争取在最大截止期内完成任务。

这种拍卖机制投标 Agent 能知晓的信息主要包括: (1) 密封组合拍卖协议流程、流程各阶段持续时间以及拍卖 CPU 时间片数量。(2) 拍卖机制确定的本次拍卖各竞胜方须支付的电子货币数量及分配的时间片数量。为防用户之间形成联盟, 假设各 Agent 不能获悉竞胜方或其他失败方的名称。当然如果 Agent 多次参与拍卖, 则 Agent 知道多次历史竞胜方信息。(3) 自己是否是竞胜方(即是否中标)。

此外, Agent 还知道自己任务的相关信息, 如任务长度、预算限制(即电子货币数量)、最大截止时间、历史投标信息(如投标数量、已投标次数、获胜几次)。Agent 投标策略主要根据上述信息决定如何参与拍卖。

3 移动 Agent 投标策略

3.1 ZI_C

ZI_C(Constrained Zero Intelligence) 投标策略是由 Gode 和 Sunder 提出的一种有极限价限制的零智能投标策略^[3]。该策略在区间 $[0, \text{估价}]$ 随机选取一个值作为报价, 进行投标。在 CPU 时间片组合拍卖机制中, Agent 可使用该策略进行投标, 但报价上限应根据任务大小、具体投标时间片数量和预算综合确定: 假设 Agent 任务所需总时间片数量为 s , 预算为 E , 投标欲申请的时间片数量为 r ($r \leq M, r \leq s$), 则 Agent 投标时的报价区间应随投标时间片数量动态变化, 其报价上限的计算公式为

$$b_{\max} = r \times E / s$$

每次投标先根据式(1)求得 b_{\max} , 而后从投标区间 $[0, b_{\max}]$ 随机选取一个值作为新报价。

该策略仅仅以预算限制作为唯一的考虑因素, 随机出价, 不考虑收益和其他因素, 因此, 用作 Agent 初次投标策略。

3.2 NZIPca

ZIP(Zero-Intelligence-Plus) 投标策略是 Dave Cliff 在研究基于 CDA 市场环境下最小智能 Agent 时提出的^[4]。该策略是买卖双方根据本次拍卖(也可称为最近一次拍卖)的叫价信息, 利用强化学习的方法调整下次投标的利润, 进而确定报价。该策略在小规模 CDA 自动拍卖模拟实验中得到了较好的

效果。该策略受强化学习方法及学习率的影响, Agent 2 次投标利润的变化率相对较小, 报价一般只有较小幅度的变化, 非常适用于 CDA 机制。原因如下: 在 CDA 机制中, 一般是每次拍卖以单个物品作为拍卖单位, 且多个买卖双方要经过多轮公开升价(降价)协商的过程才能成交, 因此买方 Agent(卖方)借用强化学习方法以较小幅度改变利润, 以期渐进性地以较低(较高)的价格获胜, 非常符合买方(卖方)的利益。但该报价方式在单边密封组合拍卖机制下, 对于同时有预算和截止期限限制要求的投标方 Agent 来说, 优势不再存在, 原因在于: 多个买方 Agent 向单个卖方投标, 卖方每次拍卖多个时间片, 各买方 Agent 以密封标方式仅竞标一次, 即由卖方决定本次拍卖分配结果, 且一般有多个竞胜买方。因此, 向该机制投标, 各 Agent 的报价必须慎重, 必须以合适的幅度改变报价(或利润率), 否则当竞争激烈时, 中标的几率可能较低。虽然每次中标, 都会得到较高的利润, 但由于竞标能力差, 往往不能在预定的截止期限内完成任务, 此时利润再高, 已无意义, 因此必须采用其他方法确定新报价, 以改变这种状况。考虑到组合拍卖机制特点: 竞胜方不止一个, 且各竞胜方支付价格各不相同。可将最近一次拍卖所有竞胜方支付价格中的最高、最低和平均值计算出来, 与自己的出价相比较, 再加上自己是否中标的结果等信息, 共同确定下次投标的新报价。由于各竞胜 Agent 的投标数量及截止期不同, 无法比较, 因此选取单位时间片支付价格作为比较基准, 并记所有竞胜方中 CPU 时间片单位最高支付价为 uh , CPU 时间片单位最低支付价为 ul , CPU 时间片单位平均支付价为 um 。另将某 Agent 本次投标时的 CPU 时间片单位报价记为 ub , 其 CPU 时间片单位极限价格(单位最大预算)记为 uE , 下次投标时的新报价记为 nb , 下次欲申请时间片数量记为 r 。具体算法如下:

(1) 首次投标时, 根据投标数量确定方法将投标数量 s 和最大截止期 D 变换为每次投标的时间片数量 r 和截止期 d , 然后根据 ZI_C 策略随机确定第一次报价, 进行投标。

(2) 本次拍卖结束后,

```

IF 中标
  IF 已完成所有投标任务
    退出
  ELSE
    IF  $ub \geq ul$  and  $ub \leq um$ 
       $nb = (ub - (ub - ul) * rand) * r$ 
    ELSE
       $nb = um * r$ 
    END
  END
ELSE //失标
  IF 截止期内不可能完成任务
    退出
  ELSE
    IF  $ub \leq ul$  and  $uE \geq ul$ 
       $nb = (ul + (uE - ul) * rand) * r$ 
    ELSEIF
       $ub \geq ul$  and  $uE \geq um$ 
       $nb = (ub + (uE - um) * rand) * r$ 
    ELSE
       $nb = uE * rand * r$ 
    END
  END
END
  
```

(3)将 nb 作为下次新报价, 投标后, 转步骤(2)。

由上述过程可以看出, 根据组合拍卖特点设计的 Agent 新投标算法, 在确定新报价时不再采用原 ZIP 的强化学习方法及学习率等因素控制新报价的变化幅度, 而是根据本次拍卖确定的多个竞胜标的各种单位支付价格和 Agent 自身的信息确定下一次投标时的新报价。但其基本思想依然是根据最近一次组合拍卖结果来确定下一次投标新报价。因此, 将该投标算法称为 New ZIP for Sealed Combinatorial Auction, 简记为: NZIPca。与 ZIP 算法相比, 该算法的新报价变化幅度根据不同情况在一定范围内生成, 比较有针对性, 可在一定程度上提高各种截止期内全部竞标成功的能力。

4 仿真实验

为验证 NZIPca 算法的性能进行了如下仿真实验。组合拍卖重复进行 20 次, 每次拍卖 30 个时间片。Agent 种群是由分别采用 ZIPca 和 NZIPca 2 种投标策略的 Agent 组成的混合种群。其中, 2 种策略的 Agent 数量相同, 所有初始参数(包括预算限制、投标数量、最大截止时间、初始报价等)相同, 任务大小服从指数分布, 均值为 10。截止期限服从均匀分布, 区间范围: [任务大小, 重复拍卖次数×拍卖时间片数]=[任务大小, 600]。

首次拍卖时, 已有 $10 \times 2 = 20$ 个 Agent 等待竞标, 而后动态到达, 到达率服从普阿松分布, 平均到达率用 λ 表示, 表 1 为 20 次拍卖中每次拍卖 Agent 平均到达率 $\lambda = 4$ 个(每种策略 2 个), 分别用这 2 种投标策略的 Agent 的平均竞标结果。表 2 为 20 次拍卖中, 每次拍卖 Agent 平均到达率为 $\lambda = 8$ 个(每种策略 4 个), 2 种策略 Agent 的平均竞标结果。

表 1 $\lambda = 4$ 时 ZIPca 和 NZIPca 投标策略性能对比

投标策略	Agent 竞 胜标收益	Agent 竞 胜次数	得到 CPU 时 间片数量	拍卖方 平均收入	拍卖方 收入	竞胜 Agent 数量
ZIPca	84.4	33.0	245.5	13.2	264.8	32.0
NZIPca	66.6	39.5	341.0			38.5

(上接第 27 页)

组合, 这表明基音同步幅度峰值特征与传统特征具有互补性。使用基音同步幅度峰值、时长和能量的特征组合获得所有试验中最低误识率(15.57%), 比使用传统特征组合的系统误识率下降了 1.5%。这表明使用基于听觉模型的基音同步幅度峰值特征能更好地表征重音信息, 降低系统误识率。

表 1 使用单个特征或特征组合在重音检测中的误识率 (%)

特征	误识率	传统特 征组合	误识率	新特征组 合(2 个)	误识率	新特征组合 (3 个以上)	误识率
D	21.73	D + E	17.82	D + PSPA	17.54	D + E + PSPA	15.57
E	34.78	D + P	19.23	E + PSPA	30.02	D + P + PSPA	17.33
P	37.01	E + P	27.92	P + PSPA	32.87	E + P + PSPA	28.18
PSPA	22.83	D + E + P	17.07	-	-	D + E + P + PSPA	15.80

4 结束语

本文利用听觉模型的研究成果将基音同步幅度峰值特征引入重音检测领域, 利用该特征能够同时表征音高和音强变化的特点, 降低了重音检测的误识率。针对英语连续语音中词重音检测问题, 分别使用新特征和传统特征及其特征组合进行了各类试验。试验结果表明, 传统特征对重音检测的贡献度由高至低分别为时长、短时能量和基音; 基于听觉模型的基音同步幅度峰值特征能更精确地表征重音信息, 使用基音同步幅度峰值、时长和能量的特征组合获得本文重音检测的最低误识率 15.57%, 与使用传统特征组合的最低误识率(17.07%)相比降低了 1.5%。

表 2 $\lambda = 8$ 时 ZIPca 和 NZIPca 投标策略性能对比

投标策略	Agent 竞 胜标收益	Agent 竞 胜次数	得到 CPU 时 间片数量	拍卖方 平均收入	拍卖方 收入	竞胜 Agent 数量
ZIPca	72.3	32.5	193.5	15.5	310.2	28.5
NZIPca	76.5	57.0	405.0	15.5	310.2	51.0

由表 1、表 2 可以看出, 从竞胜标数量(即 20 次拍卖中, Agent 在截止期内竞标成功的数量)、竞胜次数、竞胜得到的 CPU 单元数量上看, NZIPca 策略的 Agent 竞标能力更强, 竞争越激烈, 获胜的 Agent 数量越多。从预算剩余(单元收益)看, NZIPca 虽低于 ZIPca, 但能满足预算要求。综上, 对于竞争激烈或对截止期要求较为严格的 Agent 来说, NZIPca 策略非常适合。

5 结束语

本文给出了一种基于密封组合拍卖 Agent 所需的 CPU 时间片机制下 Agent 的投标策略, 该策略根据预算限制及截止期要求, 新报价根据拍卖结果动态生成, 具有很强的竞标能力。在竞争激烈场合下, 是具有严格截止期要求的 Agent 较为理想的投标策略。

参考文献

- [1] Bredin J L. Market-based Control of Mobile Agent Systems[J]. ACM SIGOPS Operating Systems Review, 2001, 34(4): 48-55.
- [2] 刘爱珍, 王嘉祯, 张西红, 等. 一种考虑 Agent 截止期限的 CPU 时间片分配算法[J]. 计算机应用, 2008, 28(3): 695-698.
- [3] Gode D K, Sunder S. Allocative Efficiency of Markets with Zero Intelligence Traders: Market as a Partial Substitute for Individual Rationality[J]. Journal of Political Economy, 1993, 101(1): 119-137.
- [4] Cliff D. Minimal-intelligence Agents for Bargaining Behaviors in Market-based Environments[Z]. Hewlett Packard Laboratories, 1997: 1-134.

编辑 张正兴

参考文献

- [1] Kuhlen E C. An Introduction to English Prosody[M]. [S. l.]: Edward Arnold, 1986.
- [2] Xie Huayang, Andreae P, Zhang Mengjie, et al. Detecting Stress in Spoken English Using Decision Trees and Support Vector Machines[C]//Proceedings of the 2nd Workshop on Australasian Information Security, Data Mining and Web Intelligence, and Software Internationalization. [S. l.]: ACM Press, 2004: 145-150.
- [3] Silipo R, Greenberg S. Automatic Detection of Prosodic Stress in American English Discourse[R]. Berkeley, International Computer Science Institute, Technical Report: TR-00-001, 2000.
- [4] Kim Doh-Suk, Lee Soo-Yong, Kil R M. Auditory Processing of Speech Signals for Robust Speech Recognition in Real World Noisy Environments[J]. IEEE Transactions on Speech and Audio Processing, 1999, 7(1): 1063-1067.
- [5] Muhammad G, Kouichi K. Pitch-Synchronous Peak-Amplitude (PS-PA)-based Feature Extraction Method for Noise-robust ASR[J]. IEICE Trans. on Inf. Syst., 2006, E89-D, (11): 2766-2774.
- [6] Hashimoto T, Katayama Y. Pitch-synchronous Response of Cat Cochlear Nerve Fibres to Speech Sounds[J]. Japanese Journal of Physiology, 1975, 25(3): 633-644.

编辑 张正兴