

智能合同网协议的 CPN 实现^①



王文博, 郑文艳, 赵丽敏

(德州学院 信息管理学院, 德州 253014)

通讯作者: 郑文艳, E-mail: skdzwy@139.com

摘要: 鉴于传统合同网协议居高不下的通信量, 本文提出了智能合同网协议 (ICP). 该协议对任务的发起者增加友好度因子, 对投标者加入信任度因子, 双方互相选择, 并及时动态更新友好度及信任度; 对每个动作添加时间因素, 用全局时钟控制整个模型; 为了降低通信量, 防止投标者无限制投标, 对投标者设定投标次数阈值; 并且对于没有中标的任务则设定流拍的次数. 根据历史投标记录, 智能调整各项参数. 本文利用颜色 Petri 网对 ICP 建模并仿真, 实验数据证明, ICP 极大的降低了通信量, 缩短了运行时间, 提高了任务命中率.

关键词: 颜色 Petri 网; 合同网协议; 信任度

引用格式: 王文博, 郑文艳, 赵丽敏. 智能合同网协议的 CPN 实现. 计算机系统应用, 2020, 29(8): 280-283. <http://www.c-s-a.org.cn/1003-3254/7612.html>

CPN Implementation of Intelligent Contract Net Protocol

WANG Wen-Bo, ZHENG Wen-Yan, ZHAO Li-Min

(School of Information Management, Dezhou University, Dezhou 253014, China)

Abstract: In view of the high communication volume of traditional contract network protocols, this study proposes the Intelligent Contract network Protocol (ICP). The protocol adds a friendliness factor to the initiator of the task, a trust factor to the bidder, while two parties choose each other, and dynamically updates the friendliness and trust factors in time. It also adds a time factor to each task, and uses the global clock to control the entire model. In order to reduce the volume of communication, prevent bidders from bidding without restrictions, the protocol sets a threshold of the number of bids for bidders; and sets the number of unbid tasks. Based on historical bid records, various parameters are intelligently adjusted. This study uses colored Petri net to model and simulate ICP. The experimental data proves that ICP greatly reduces the communication volume, shortens the running time, and improves the task hit rate.

Key words: coloured Petri nets; contract net protocol; credit

1 引言

合同网协议^[1]是由 Smith RG 提出的经典协调协议. 针对通信量大, 协商效率低等问题, 许多学者提出了改进方案. 比如, 文献 [2] 将拍卖机制引入合同网. 文献 [3] 提出一种既考虑信任度也考虑代价的动态合同网协议. 文献 [4] 改进了评标策略. 文献 [5] 引入了匹配度和信誉度, 并结合历史数据, 提高了匹配效率. 文

献 [6] 提出一种基于心智的合同网模型. 文献 [7] 在传统合同网中引入信任度, 友好度等参数来提高通信质量. 文献 [8] 将贝叶斯平均算法引入合同网协议, 考虑投标者的历史投标情况. 文献 [9] 对传统合同网中参与者的投标数量进行了限制, 并将参与者能力与任务完成质量相结合. 文献 [10] 结合群体智能提出了一种动态合同网协议, 在系统规模较大时, 该算法比传统合同

① 收稿时间: 2020-02-15; 修改时间: 2020-03-13, 2020-03-31; 采用时间: 2020-04-03; csa 在线出版时间: 2020-07-29

网协议算法具有明显优势. 文献 [11] 总结了对合同网协议进行改进的措施及局限性. 文献 [12] 提高了匹配效率, 文献 [13] 把时间机制引入基于颜色 Petri 网建立的合同网模型. 文献 [14] 建立了合同网的颜色 Petri 网模型, 证明了 Bidder 的数量与终止状态的关系, 并把结果扩展到 24 个 Bidder.

借鉴以上各种改进算法的特点, 本文基于颜色 Petri 网^[15] 提出了智能动态时间合同网协议 (ICP). 该协议对双方都添加了因子, 从第一步就大幅度降低了通信次数; 其次, 该协议限定了投标次数, 并不是对所有符合条件的乱投标, 按照投标者的喜好参数进行小范围的投标; 再者, 改进了任务要么被流拍一次就彻底退出, 要么无限次的流拍, 该协议设定了任务可以被流拍的阈值, 符合实际情况; 最后, 该协议根据任务流拍产生的原因, 智能实时调整各项参数.

2 ICP 的颜色 Petri 网模型

利用颜色 Petri 网构造其 CPN 模型. 如图 1 所示, 模型分两层, top 层描述了整个模型的框架, 具体功能在子页实现. 其具体描述如下:

第 1 步. 产生任务的基本信息 (GenerateTask 变迁)

该基本信息以六元组形式表示: (任务号, 发布任务的 Auctioneer, 可以参与投标的 Bidder 列表, 该任务发布的时间, 该任务的基本约束条件, 该任务的有效期).

第 2 步. Auctioneer 选择满足条件的 Bidder, 并对其发布任务信息 (AUCSendTasktoSuitableBidder 变迁).

Auctioneer 根据任务基本信息中的约束条件 (Bidder 的初始信任度), Bidder 对 Auctioneer 友好度的要求, 以及 Bidder 投标总数的要求, 从所有 Bidder 中选择满足条件的 Bidder; 如果满足条件的 Bidder 列表为空, 并且该任务被发布的次数满足条件, 那么该任务重新进入待发布的任务列表中, 否则, 丢掉该任务. 如果有满足条件的 Bidder, 那么保留满足条件的 Bidder 列表.

第 3 步. 符合条件的 Bidder 投标, 产生报价信息以及完成该动作消耗的时间 (BidderRebackTaskCosttoAuctioner 变迁).

符合条件的所有 Bidder 对任务进行投标, 主要是产生每个 Bidder 的报价 Cost 信息以及每个 Bidder 完成该项任务所消耗的时间, 更新 Bidder 已经投标的次数. 此处的时间信息作为下一个模块用以判断回应任务是否超时.

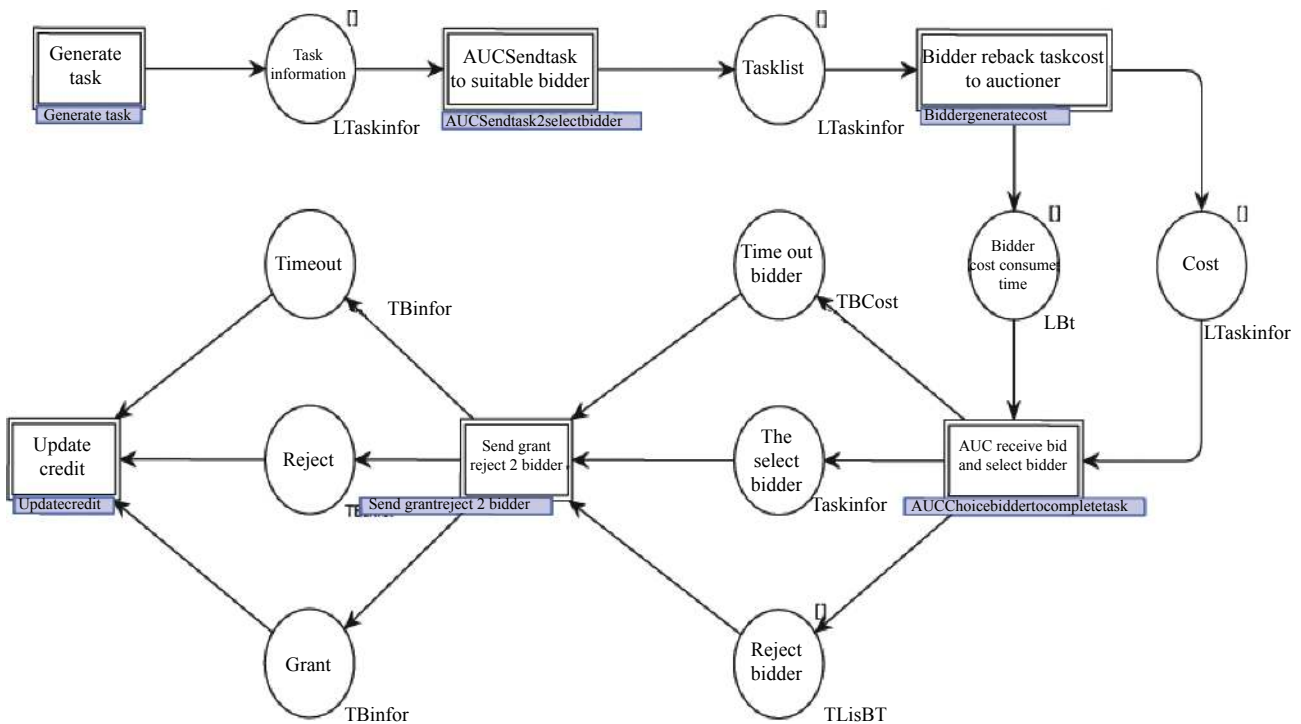


图 1 ICP 的 CPN 模型 top 层

第4步. Auctioneer 根据 Bidder 的报价以及 Bidder 的信任度综合评价选择最合适的 Bidder 来完成任务 (AUCReceiveBidandSelectBidder 变迁).

Auctioneer 根据 Bidder 提供的报价信息以及时间信息, 首先判断是否超时, 如果所有的 Bidder 回应的信息都超时, 那么该任务根据任务被发布的次数判断是否需要返回待发布任务列表; 并且给所有超时的 Bidder 反馈 TimeOut 信息. 如果存在 Bidder 不超时, 那么根据设定的规则选择合适的 Bidder, 对该 Bidder 发出 Grant 信息, 其余 Bidder 发送 Reject 信息.

第5步. 对选中的 Bidder 发送 Grant 信息, 对于没有选中的发送 Reject 信息, 而对于超时的发送 TimeOut 信息 (SendGrantReject2Bidder 变迁).

第6步. 根据接收及发送的信息, 更新 Auctioneer 的友好度以及 Bidder 的信任度, 便于下次投标. 根据收到的信息更新 Bidder 的信任度和 Auctioneer 的友好度以及 Bidder 投标的次数 (UpdateCredit 变迁).

3 实验分析

3.1 ICP 与合同网协议^[1]的对比分析

为证明 ICP 的有效性, 假定 Auctioneer, Bidder 数量一定, 任务数量不同时从通信次数、消耗时间、达

成协议的任务数量 3 方面进行分析.

初始假定 Auctioneer 的个数为 3 个, 采用文献 [1] 的合同网协议, Bidder 的个数为 5, 任务数分别为 10 个, 50 个和 100 个, 得到的实验数据如表 1 所示.

表 1 实验数据对比分析

合同网协议	任务数量	Auctioneer发送消息数量	Bidder投标次数	总消耗时间	达成协议的任务数量
文献[1]	10	10	50	77	10
ICP	10	14	31	91	10
文献[1]	50	50	250	392	50
ICP	50	80	141	608	50
文献[1]	100	100	500	768	100
ICP	100	126	190	906	100

可以看出, 在任务数量一定的情况下, 文献 [1] 中合同网协议的 Auctioneer 发送消息数量与任务数量相同, Bidder 投标次数成倍增加, 而 ICP 中 Auctioneer 发送消息数量比文献 1 中稍多, 但大大减少了 Bidder 的投标次数, 最终达成协议的成功率均为 100%, 但总的消耗时间有所增加.

3.2 Bidder 信任度

图 2 展示了任务被拒绝或接受时, Bidder 信任度的分布情况. 从图中看出, Bidder 信任度与被接受还是拒绝并不成正比关系, 还要参考其他因素, 比如 Cost 等.

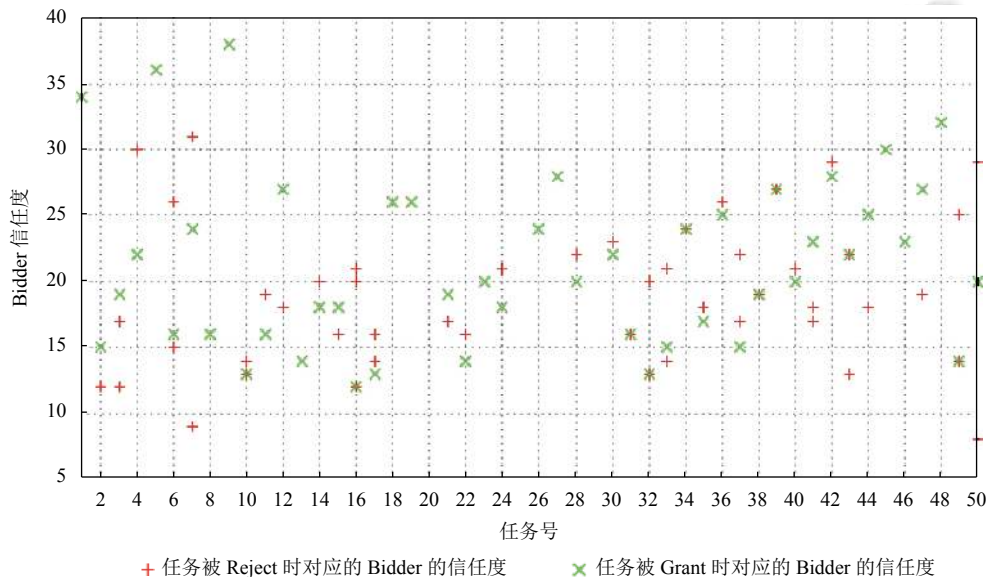


图 2 Bidder 信任度关系图

4 结论

本文在深入分析传统合同网协议以及其扩展及改进协议后, 提出了 ICP, 不仅考虑了以信任度为代表的

有益因素以及以成本为代表的因素的不利因素的归一问题, 并根据双方的历史动作情况实时更新两个因素, 而且把时间以及造成任务流拍的两个因素做了智能调整,

增大了任务达成一致的机率,从而减少了 Auctioneer 公布任务的次数, Bidder 投标的次数,降低了整个系统的运行时间,降低了通信量. 比传统合同网协议具有明显优势.

参考文献

- 1 Smith RG. The contract net protocol: High-level communication and control in a distributed problem solver. *IEEE Transactions on Computers*, 1980, C-29(12): 1104–1113.
- 2 刘俊, 曹斌, 谭丹丹. 基于拍卖机制的改进合同网协商策略. *计算机应用*, 2007, 27(2): 494–496.
- 3 韦兆文, 区云鹏, 闫俊燕. 一种改进的动态合同网协议. *计算机工程与应用*, 2007, 43(36): 208–210, 216. [doi: 10.3321/j.issn:1002-8331.2007.36.064]
- 4 杨唯一, 刘晓路. 基于动态合同网的多星自主协同与任务规划. 第六届高分辨率对地观测学术年会论文集(上). 成都. 2019. 231–258.
- 5 付光远, 李源, 付文字, 等. 改进合同网在多机器人围捕任务分配中的应用. *兵器装备工程学报*, 2019, 40(3): 98–102, 216. [doi: 10.11809/bqzbgcxb2019.03.022]
- 6 陈明, 简玉梅. 基于心智系数的多 Agent 合同网协作模型研究. *计算机应用与软件*, 2013, 30(6): 46–51, 56. [doi: 10.3969/j.issn.1000-386x.2013.06.014]
- 7 潘刚, 苏厚勤. 一种关于合同网协作改进模型的研究与实践. *计算机应用与软件*, 2012, 29(3): 212–215. [doi: 10.3969/j.issn.1000-386X.2012.03.057]
- 8 曹佳. 基于贝叶斯平均算法的合同网协议改进方案研究. *苏州大学学报(工科版)*, 2012, 32(5): 76–80.
- 9 杨件, 李文立, 洪春宇. 基于阈值和可用度的合同网协议改进方案研究. *计算机集成制造系统*, 2009, 15(5): 1016–1022.
- 10 张海俊, 史忠植. 动态合同网协议. *计算机工程*, 2004, 30(21): 44–46, 57. [doi: 10.3969/j.issn.1000-3428.2004.21.019]
- 11 郭超, 熊伟, 刘呈祥. 合同网协议改进研究现状与展望. *装备学院学报*, 2016, 27(6): 82–89. [doi: 10.3783/j.issn.2095-3828.2016.06.016]
- 12 陈波, 朱坤博, 杜秀丽, 等. 基于扩展合同网的协同故障诊断任务分配研究. *计算机应用与软件*, 2017, 34(2): 280–284, 294. [doi: 10.3969/j.issn.1000-386x.2017.02.050]
- 13 Boukredra D, Maamri R, Aknine S. Modeling and analysis of reliable contract net protocol using timed colored petri nets. *Proceedings of 2013 IEEE/WIC/ACM International Joint Conferences on Web Intelligence (WI) and Intelligent Agent Technologies (IAT)*. Atlanta, GA, USA. 2013. 17–24.
- 14 Gupta AK, Gallasch GE. Equivalence class verification of the contract net protocol-extension. *International Journal on Software Tools for Technology Transfer*, 2016, 18(6): 685–706. [doi: 10.1007/s10009-015-0376-z]
- 15 Jensen K. Coloured petri Nets. Brauer W, Reisig W, Rozenberg G. *Petri Nets: Central Models and their Properties*. Heidelberg: Springer, 1986. 248–299.