

规范约束的Agent可信 协同模型与机制研究

周尤明 著



浙江工商大学出版社
ZHEJIANG GONGSHANG UNIVERSITY PRESS

规范约束的 Agent 可信协同模型与机制研究

周尤明 著



浙江工商大学出版社
ZHEJIANG GONGSHANG UNIVERSITY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

规范约束的 Agent 可信协同模型与机制研究 / 周尤明
著. —杭州: 浙江工商大学出版社, 2015. 6
ISBN 978-7-5178-0749-0

I. ①规… II. ①周… III. ①计算机网络—安全技术—研究 IV. ①TP393.08

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 277296 号

规范约束的 Agent 可信协同模型与机制研究

周尤明 著

责任编辑 王黎明
责任校对 陈维君
封面设计 王好驰
责任印制 包建辉
出版发行 浙江工商大学出版社
(杭州市教工路 198 号 邮政编码 310012)
(E-mail: zjgsupress@163.com)
(网址: <http://www.zjgsupress.com>)
电话: 0571-88904980, 88831806(传真)

排版 杭州朝曦图文设计有限公司
印刷 虎彩印艺股份有限公司
开本 710mm×1000mm 1/16
印张 13.25
字数 231 千
版印次 2015 年 6 月第 1 版 2015 年 6 月第 1 次印刷
书号 ISBN 978-7-5178-0749-0
定价 33.00 元

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江工商大学出版社营销部邮购电话 0571-88904970

前 言

如何在分布、动态、共享的网络计算环境中,建立 E 机构(Electronic institution)去规范和约束 Agent 的协同行为,使得系统可信?如何表达和实施协同行为规范,使得只要个体都遵从行为规范,就可预测这些个体完成拟定的全局目标?如何使得 Agent 能够有效地遵循行为规范,且在 Agent 违反行为规范时能有效地追究其责任?如何建立高效的 VO 体制,使系统尽量减少合同违约?如何使系统体制表现出自管理能力,自修复能力?这些都是当前研究的热点。目前,以软件 Agent 充当自治计算元素,建立 E 机构调控多 Agent 系统是进行上述热点研究的有效方法。但却缺乏有效的模型和机制去支撑 Agent 的可信服务协同,以减少违约的发生。为此,本书提出了规范约束的 Agent 可信协同模型与机制研究,以减少违约,提高可信度。文章主要的研究内容和创新成果包括:

1. 提出了 E^{MLHYB} 机构模型,并定义了相应的 E 机构动态模型和运行协议。文中多层次地阐述了 E 机构模型,并且 E 机构模型中规范的定义描述了不同实例层之间的协同行为的制约。通过规范实施机制就可以减少不同实例层之间的规范的违反,提高了可信度。通过 E 机构动态模型的动态调控,可以减少违约,或者使得违约控制在理想范围内。

2. 提出了在直接交易数据不够时检查第三方推荐信任可信度的规范约束框架,同时提出揭露虚假交易骗取信任的框架。

第一,提出了框架体系结构;第二,Agent 的服务信任认为是可变的,它的某个服务的平均信任有时间连续的特性,而不是脉冲改变;第三,时间跨度越大(越是以前的交易数据),计算出来的平均信任越是偏离真实平均信任;第四,提出了基于可变显著水平的贝叶斯建设检验去检查第三方的推荐信任的可信度,同时揭示通过虚假交易骗取信任。本书的规范实施机制是综合性的,包括规范执行前的实施(基于规范的服务匹配机制和协作前的基于合同信任的方案选择机

制)、规范执行时的实施(规范的内化和策略驱动的 Agent 自主管理),规范执行后的实施(违约制裁与系统演化)。

3. 建立了基于 $DRQS_{HCT}$ Agent 模型的 VO 自组织、自演化机制。为了减少合同违约,提出了 $DRQS_{HCT}$ Agent 模型来实现 VO 的自组织。为了减少 VO 演化后合同违约,提出了 VO 演化机制的 $DRQS_{HCT}^{ENV}$ 。

以供应链为例,减少供应链违约,提高供应链可靠性。

总之,本书的模型和机制可以有效抑制规范违反事件的发生。

目录

第 1 章

绪 论 / 001

- 1.1 课题提出与研究意义 / 003
- 1.2 研究现状与存在问题 / 007
 - 1.2.1 研究现状 / 007
 - 1.2.2 存在问题 / 018
 - 1.2.3 解决办法 / 020
- 1.3 本书主要研究内容 / 022

第 2 章

基础理论、技术和前期工作 / 025

- 2.1 基本模态逻辑 / 029
 - 2.1.1 模态算子 / 029
 - 2.1.2 道义逻辑 / 030
 - 2.1.3 时态逻辑 / 031
- 2.2 动态逻辑 / 034
 - 2.2.1 动态逻辑语法 / 034
 - 2.2.2 动态逻辑语义模型 / 034
 - 2.2.3 动态逻辑语义 / 035
 - 2.2.4 分析与总结 / 035
- 2.3 三纬三层的系统构架 / 036

- 2.4 虚拟社区层 / 037
 - 2.4.1 本体 / 037
 - 2.4.2 E 机构 / 045
- 2.5 可信 VO / 058
 - 2.5.1 VO 模型(应用型 VO) / 058
 - 2.5.2 规范实施(促进型 VO) / 059
- 2.6 理性 Agent 层 / 061
- 2.7 前期工作的缺陷 / 064
- 2.8 本章小结 / 065

第 3 章

E 机构模型 / 067

- 3.1 E^{MLHYB} 机构 / 070
 - 3.1.1 层次 / 070
 - 3.1.2 E^{MLHYB} 定义 / 072
- 3.2 动态 E 机构模型 / 078
 - 3.2.1 静态 E 机构模型 / 078
 - 3.2.2 动态 E 机构模型 / 079
 - 3.2.3 E 机构动态模型调控机理 / 081
 - 3.2.4 动态 E 机构举例 / 091
- 3.3 E 机构运行协议 / 093
 - 3.3.1 E 机构运行协议语言 L^{RUNPRO} / 093
 - 3.3.2 多 Agent 运行模型 / 094
 - 3.3.3 多 Agent 运行模型涉及的概念 / 095
 - 3.3.4 评论 / 097
- 3.4 本章小结 / 098

第 4 章

供应链上规范实施事前机制 / 099

- 4.1 多 E 机构系统供应链 / 102

4.2 基于规范的 n 维空间下的服务匹配 / 103

4.2.1 引言 / 103

4.2.2 系统概念和体系结构 / 104

4.2.3 匹配过程和例子 / 107

4.3 本章小结 / 116

第 5 章

DRQS_{HCT} Agent 支持的 VO 及其演化 / 117

5.1 引言 / 119

5.2 DRQS_{HCT} Agent 模型及形式化定义 / 121

5.2.1 Agent 能力 C、签订的合同 T 和合同履行历史 H / 121

5.2.2 处方 R、服务合成 Q、共享信息 S 和分配方案选择机制 D / 122

5.2.3 DRQS_{HCT} Agent 模型定义 / 126

5.3 DRQS_{HCT} Agent 的协作机制(模型指导下的 VO 组建过程) / 128

5.4 实例与实验分析 / 130

5.4.1 实例分析 / 130

5.4.2 实验和结果分析 / 132

5.5 相关比较 / 136

5.6 评论 / 137

5.7 DRQS_{HCT} Agent 支持下的 VO 演化机制 DRQS_{HCT}^{ENV} / 138

5.7.1 VO 中某个(某些)二方协同合同执行异常 / 138

5.7.2 VO 中后续二方协同(合同)的演化 / 139

5.7.3 评论 / 142

5.8 本章小结 / 143

附件 第三方推荐信任检验框架 / 144

第 6 章

实例分析 / 159

6.1 多实例层 E 机构 / 161

6.1.1 模拟春运旅客购票进站 E 机构 / 161

- 6.2 E 机构 CARREL(器官移植) / 164
 - 6.2.1 E 机构 CARREL 中的角色 / 165
 - 6.2.2 E 机构 CARREL 中的多方交互 / 166
 - 6.2.3 E 机构 CARREL 中的多方交互定义 / 166
 - 6.2.4 E 机构 CARREL 中的多实例层交互 / 171
- 6.3 E 机构之间的服务调用 / 173
- 6.4 动态 E 机构——交通十字路口 E 机构 / 175
- 6.5 本章小结 / 182

第 7 章

结论与展望 / 183

- 7.1 本书工作总结 / 185
- 7.2 未来工作展望 / 187

参考文献 / 188

后 记 / 201

图表目录

图 1.1	面向服务体系结构的协作关系	008
图 1.2	OMNI 框架	014
图 1.3	规范实施机制	017
图 1.4	章节结构	023
图 2.1	语法树	030
图 2.2	系统构架	036
图 2.3	概念的表示格式	038
图 2.4	概念的分类体系描述格式	039
图 2.5	概念属性的侧面定义的描述格式	041
图 2.6	条件表达式	042
图 2.7	规则表达	042
图 2.8	规则组表达	043
图 2.9	Agent 服务描述格式	044
图 2.10	服务领域接待本体论(局部)	044
图 2.11	Agent 服务描述示意图	045
图 2.12	业务角色定义	047
图 2.13	二方协同定义	048
图 2.14	业务处置(操作)定义	049
图 3.1	同一实例层	070
图 3.2	多层次规范图	071
图 3.3	E 机构元素及其关系	073
图 3.4	E 机构体系结构	074
图 3.5	规范参数遗传算法	091
图 4.1	多 E 机构系统	108

图 4.2	扩展服务匹配	114
图 5.1	DRQS _{HCT} Agent 模型	126
图 5.2	VO 中后续二方协同(合同)的演化	140
图 6.1	E 机构 CARREL 交互过程	165
图 6.2	Reception 交互	167
图 6.3	Reception 交互消息	167
图 6.4	Consultation 交互	168
图 6.5	Consultation 交互消息	168
图 6.6	Organ Exchange 交互	169
图 6.7	Organ Exchange 交互消息	169
图 6.8	Tissue Exchange 交互	170
图 6.9	Tissue Exchange 交互消息	170
图 6.10	Confirmation 交互	171
图 6.11	Confirmation 交互消息	171
图 6.12	MMA 的本地业务过程	173
图 6.13	适用情景描述模式	173
图 6.14	req 的使用情境	174
图 6.15	由方格组成的十字路口	175
图 6.16	十字路口的右边和前边规范	177
图 6.17	十字路口的右边和前边规范表达	177
图 6.18	规范参数遗传算法	178
表 5.1	Agent 属性	133
表 5.2	从时间上比较	135
表 5.3	从协作 Agent 个数上比较	135
表 6.1	实验结果	181

第1章 绪论



- 1.1 课题提出与研究意义
- 1.2 研究现状与存在问题
- 1.3 本书主要研究内容

本章重点介绍课题提出的背景与研究意义、综述当前的研究进展和存在问题、给出本书的研究内容及组织。



1.1

课题提出与研究意义

随着网络技术的迅速发展和电子商务的普及,越来越多的企业只需实现它们的核心业务,而其他应用型业务则可通过 Internet 来获得。因此对一个企业来说,它不仅要求高性能集成内部异构平台上的信息和计算资源,还需要经由 Web 与外界进行资源的共享和协同工作,以实现其目标。随着人们对外界协同信息系统的需求越来越旺盛,对系统功能和性能的要求也越来越高。网格计算就是应人们的这种需求把互联网整合为一台巨大的超级计算机,实现计算资源、存储资源、信息资源、知识资源等的全面共享。但是网格计算使得信息系统规模越来越大,结构越来越复杂,管理也越来越困难。这种复杂性的增长正在超越人们管理能力的极限。众多动态形成的多体制 VO 及其协作过程,更大幅加剧了人工部署、管理、维护网络计算环境(基础设施)和应用系统的复杂性。自治计算在这种背景下出现并发展起来。自治元素以对人透明的方式封装复杂的管理活动,并能依据人类管理者给出的高级目标管理自己,以便将人类管理者从协调和控制计算元素及其互操作的细节中解脱出来,人只需对计算系统的行为发布指令,人机协作将变得更加自然、亲和及便捷。由于 Agent 具有自治性、主动性和社会性等特点,我们认为 Agent 技术是自治计算的最佳候选。软件自治体 Agent 和 Multi-agent 技术可以代理人们实现与外界进行资源的共享和协同工作。然而软件自治体 Agent(或 Ace)代理人们进行资源的共享和协同工作却也带来新的问题,尽管引入自治计算技术可以突破服务协同的非自治性而导致的局限性,但却遭遇自治计算面临的“可信”危机。“不可信”源自 Agents 的自治性

和“黑箱”性,使得相互陌生的 Agents 动态组建协同系统时,其行为难以为系统可靠地预测和控制(注意:这种因个体行为难以预测和控制而导致的协同效应“可信”危机,不同于网络安全和个体信誉问题产生的“可信”危机)。从而,自治式服务协同面临自治计算技术遭遇的同样挑战:如何建立能用于理解、控制和设计自治计算行为的抽象理论模型,使得尽管 Agents 各自追求私有(本地)目标,但仍然可以信任它们能够协同完成期望的全局(整体)目标^[1,8]。E 机构技术就是为解决这一挑战而提出的关键技术,通过制定社交结构和配套的协同行为规范来约束和调控 Agent 个体的协同行为及其演化,使得只要个体都遵从这些行为规范,就可信任由这些个体动态组建的协同式服务计算系统能够完成拟定的全局目标^[2]。

从以上可以看出,一边是为了满足人们日益对协同信息系统的需求,规模和结构越来越庞大的协同信息系统不断出现,作为软件自治体代理 Agent 具有自治性、反应性、合作性和主动性等特征,可以代理人们进行资源的共享和协同工作;另一边需要制定 E 机构(系统化制定社交结构标准和配套的协同行为规范)约束和调控 Agent 个体的协同行为,进而使群体协同效应变得可控、可预测、可信,从而解决软件自治体 Agent 行为难以可靠地预测和控制而出现可信危机。那么构建怎样的一个协同体系才能实现系统具有相当的自治性并表现出自主管理的能力,又使得系统表现出可信、可预测? 我们的研究就在这样一个问题背景下提出并展开。

现有的软件自治体 Agent、Multi-agent 技术和 E 机构技术通过简单的组合并不能实现上述可信目标。第一,虽然 E 机构技术的研究早就存在,并积累了一定的理论和技术,但不能反映随环境和目标变化的动态调控的情形,因此不能通过动态调控使得违约控制在理想范围内,从而减少合同违反。就像人类社会的制度和管理随时间的变化而发生必要的变化一样,Agent 社会的 E 机构也应随时间的变化而发生必要的变化。在此情况下,必须开发全新的理论、概念和方法论,才能实现在自治计算之上的有效的宏观调控。第二,Agent 社会的运行是多实例层的。例如同一个时间段里多个售票员与多个旅客的交互,现有的 E 机构的定义则是单实例层的,在这种情况下,E 机构调控技术必然面临新的问题。某一实例层中的规范的触发条件是否跟另一个实例层有关系,如果有关系,那么在规范定义时必须加以说明,而传统规范触发条件定义只与本实例层有关。现行 E 机构的研究仅仅从单实例层研究协同行为规范,没有涉及不同实例层之间的协同行为的制约,因而不能通过规范实施有效地减少或者避免不同实例层之

间的违约。第三,虽然现有的软件 Agents 的研究早就存在,并积累了一定的理论和技术,比如具有自治性、反应性、合作性和主动性等特征,是具有语义互操作和合作行为协调能力的软件实体,表现出对自身行为的控制和协调能力以及对环境的适应能力,这使它成为自治系统中自治元素的最佳候选者,但却缺乏 E 机构的必要知识,因此不能在服务协同中主动地尽量减少合同违约。第四,现有的规范的实施机制(是自治体 Agent 与 Multi-agent 技术和 E 机构技术之间的衔接)是单一的、事后实施的,这必然带来服务协同的风险。例如存在着少数行为不轨的 Agent,尽管实施机制对行为不轨的 Agent 进行了必要的制裁,但最终使得协同失败,协同目标未能完成。因此有必要有一种规范的全面实施机制,以减少规范实施的风险。第五,现有 E 机构的规范表达缺少应有的违反语义,不能反映规范的软性约束,也就不能通过合理地设置违反规范时 Agent 应该承担的义务来有效减少规范违反的发生,也不能给予 Agent 的自主空间,从而 E 机构制定的规范不能有效地对 Agent 的协同行为进行调控。

由此上述可见,可信的 Agent 服务协同却少了必要的模型和机制去有效地支撑可信 Agent 的服务协同,减少合同违反,提高可信度。那么构建怎样一个 E 机构模型或机制才能反应随环境和目标变化的动态调控的情形,又能够更有效地动态调控 Agent 的协同行为,使得 Agent 的协同行为更有效地得到动态调控? 构建怎样一个 E 机构模型或机制使得调控技术可以建立在多实例层的 Agent 社会之上,并且处理多实例层调控遇到的一些实际问题? 构建怎样的一个 Agent 模型,才能更有效地组建 VO,减少违约,更有效地由 Agent 代理人们实现协同可信的资源共享以及协同问题求解? 构建怎样一个 Agent 模型和机制使得尽量减少 Agent 的违约情况,并且在违约时系统进行必要的演化以使系统更趋稳定? 构建怎样的一个规范实施机制,使得系统尽可能地或更有效地做到减少违约,并且违规必究,尽可能或更有效地完成系统的全局目标?

同时,如何应用规范约束的 Agent 可信协同,应用降低 Agent 违约技术,去解决供应链可靠性问题?

解决上述问题的根本途径是制定有效的 E 机构模型来宏观地约束和调控 Agent 个体的协同行为,同时构建有效的 Agent 模型来微观地配合 E 机构的宏观调控,并制定全面的规范实施机制来实施规范,进而使群体协同效应变得可控、可预测、可信。通过构建自演化模型,使得 VO 协同异常时,进行自修复,并减少演化后的合同违约,使得演化后的系统稳定可靠。本书规范约束的 Agent 可信协同模型与机制研究就是为有效的 E 机构模型、有效的 Agent 模型和全面

的规范实施机制而提出的。

因此,我们认为规范约束的 Agent 可信协同模型与机制研究至少需要以下技术作为基础:

(1)软件 Agents 具有的自治性、反应性、合作性和主动性等特征,是具有语义互操作和合作行为协调能力的软件实体,它是系统进行可信服务协同的基础;

(2)基础 E 机构制定的制定社交结构标准和配套的协同行为规范是进行可信 Agent 协同的宏观调控的基础;

(3)对违规 Agent 进行监控制裁是规范实施的技术基础。

并且基于可信 Agent 服务协同的模型与机制研发至少需要解决以下几个问题:

(1)对软件 Agents 进行必要的扩展,使之具有 E 机构的必要知识,并利用 E 机构的必要知识进行统计分析,使得 Agent 能够根据合同规范履行历史记录,选择最好的协作者,把规范违反减少到最低,使得 Agent 能够从不同的 E 机构提供的服务做选择,减少规范冲突。

(2)基础 E 机构的扩展模型如动态模型、多实例层模型等是解决可信 Agent 服务协同面临的宏观调控新问题的有效途径。

(3)全面实施规范是解决可信 Agent 服务协同面临新问题的有效保障。

(4)全面实施检查第三方推荐信任的有效机制方法,抵制虚假交易。

(5)全面实施可信机制,减少供应链违约。

规范约束的 Agent 可信协同模型与机制研究有助于克服 AOSE(面向 Agent 的软件工程)面临的“自治”和“可信”需求新问题;为基于 Agent 技术的自组织和自演化给运行机制自适应、系统维护自治化、系统保障可信化等^[2]提供了更加有价值、有潜力的研究和技术支持,使得 VO(虚拟组织)具有按需动态自组织和自主演化的优秀品质,可望在动态组建企业联盟、区域块状经济、科研、工程和政务协作中得到更好的推广应用。

接下来介绍 E 机构和自治计算的研究现状、存在问题,然后给出本书的主要解决办法、研究内容和主要贡献。