

电子商务环境中的 讨价还价系统研究

Research on bargaining system in the electronic commerce environment

张林兰 著

中国社会科学出版社

电子商务环境中的 讨价还价系统研究

Research on bargaining system in the electronic commerce environment

张林兰 著

中国社会科学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

电子商务环境中的讨价还价系统研究/张林兰著. —北京:
中国社会科学出版社, 2014. 4

ISBN 978 - 7 - 5161 - 4231 - 8

I. ①电… II. ①张… III. ①电子商务—研究—中国
IV. ①F724. 6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 083558 号

出版人 赵剑英
责任编辑 王 曦
责任校对 孙洪波
责任印制 戴 宽

出 版 中国社会科学出版社
社 址 北京鼓楼西大街甲 158 号 (邮编 100720)
网 址 <http://www.csspw.cn>
中文域名: 中国社科网
发 行 部 010 - 84083635
门 市 部 010 - 84029450
经 销 新华书店及其他书店

印 刷 北京君升印刷有限公司
装 订 廊坊市广阳区广增装订厂
版 次 2014 年 4 月第 1 版
印 次 2014 年 4 月第 1 次印刷

开 本 710 × 1000 1/16
印 张 10
插 页 2
字 数 169 千字
定 价 38.00 元

凡购买中国社会科学出版社图书, 如有质量问题请与本社发行部联系调换
电话: 010 - 64009791
版权所有 侵权必究

前 言

在网上可以实现现实生活中买卖双方之间的讨价还价，你信吗？这是亚马逊公司于2012年夏季新获取的一个专利技术。在日常生活中，只要我们需要购买或者销售某种商品，就需要进行讨价还价，讨价还价已然是一种常见的生活方式。但是，要想在网上实现自由的讨价还价，在当前的电子市场中几乎是不可能的。至于亚马逊何时在网上正式推出这个讨价还价系统，现在尚未确定。但是无论如何，随着计算机网络的蓬勃发展，通过电子市场交易平台使用 Agent 进行自动讨价还价越来越普遍。

传统的面对面协商是日常生活中最为常见的一种协商方式，有较大的灵活性。但是当协商的问题比较复杂时，由于人们有限的处理信息的能力和主观上的偏见，他们很少能有效地进行协商。目前关于双边自动协商方面的研究越来越多，但是大多数研究工作里采用的是交替式的出价模式。使用 Agent 进行交替式出价有一些缺点，典型的如协商 Agents 都不愿意先出价或者先让步，这样就很容易使协商陷入僵局。目前也出现了一些基于中间 Agent 的同步自动协商方面的研究，但是这些研究需要协商双方向中间 Agent 真实揭露各自的效用偏好。而在现实电子市场中很难保证协商参与人的“诚信”，因此这些研究都不太适合现实电子市场的需要。设计适用于电子市场的自动讨价还价系统越来越迫切。本书正是基于电子市场中自动协商发展的迫切需要这样一个背景，在国家自然科学基金(71201050)等项目的支持下，对复杂的电子市场中的双边单属性讨价还价和双边多属性讨价还价问题进行了较为系统深入的研究。

本书一共分为七章，第一章介绍了本书研究的背景、研究的目的和意义，分别从经济学和人工智能两个领域介绍了双边协商的研究发展状况，对已有的自动讨价还价系统也进行了介绍。第二章对自动协商理论基础做了简单必要的介绍。第三章提出了一个双边单属性同步自动协商机制。随后对双边多属性同步自动协商机制进行了研究，这是本书的一个重要研究

部分。鉴于多属性协商的复杂性,本书分两章分别提出一个多属性协商协议和一个多属性协商策略,以形成一个完整的双边多属性自动协商机制。首先在第四章提出了一个双边多属性同步自动协商协议。第五章研究了所提出协商协议下的最优协商策略。第六章分别对前面所提出的双边单属性协商机制和双边多属性协商机制进行了模拟实验仿真,以验证所提出的协商机制的有效性及可行性。第七章对全文工作进行概括、总结和分析,并指出了本书未来的研究方向。本书使用人工智能多 Agent 协商理论和博弈论理论工具对双边同步自动讨价还价问题进行了较为深入的研究,可作为对传统协商协议的补充而有望在现实电子市场中得到应用。

本书的一部分研究成果是以作者前期在华中科技大学系统工程所攻读博士学位所进行的研究工作为基础的,在此感谢我的导师陈学广教授,系统工程所的费奇、岳超源、齐欢、王红卫、罗云峰等教授。攻读博士学位期间,有幸蒙受各位老师的教诲和指导。本书还参考了许多国内外最新研究成果,并对这些成果进行了研究综述,作者已尽可能在书中各章节标出相应的研究文献并在书末参考文献中列出,在此对这些研究成果的作者们表示真诚的感谢。

由于作者的水平有限,对电子商务环境中的双边讨价还价系统的认识和研究还不够深入,所做的研究成果在具体实践中的运用还十分有限,因此,本书难免会有疏漏之处,希望广大读者批评指正。本书可作为自动协商领域的科研人员、企业工程师、高等院校的本科生和研究生的参考书。

孙林兰

2014 春 于武汉沙湖

目 录

1	引言	1
1.1	本书的研究背景	2
1.2	本书研究的目的和意义	4
1.3	传统协商与自动协商基础知识	5
1.4	双边协商研究综述与自动协商应用现状概述	12
1.5	本书研究目标和创新点	35
1.6	本书主要研究内容和结构	36
2	自动协商理论基础	39
2.1	经典的讨价还价模型研究	39
2.2	博弈论中的协商研究	46
2.3	自动协商理论基础	50
2.4	协商理论的进一步分析	57
2.5	小结	61
3	双边单属性自动协商机制	63
3.1	引言	64
3.2	协商机制	65
3.3	双边单属性协商协议	67
3.4	双边单属性协商策略	73
3.5	讨论	82
3.6	小结	84
4	双边多属性自动协商协议	86
4.1	引言	86

4.2	协商环境	88
4.3	多属性协商框架	90
4.4	多属性协商规则	93
4.5	小结	94
5	双边多属性自动协商策略	96
5.1	多属性自动协商策略	97
5.2	多属性效用函数的构建	99
5.3	参与人的效用函数	104
5.4	参与人的协商策略	106
5.5	相关方法介绍	112
5.6	讨论	115
5.7	小结	116
6	实验与分析	118
6.1	双边单属性协商实验	118
6.2	双边多属性协商实验	123
6.3	小结	131
7	总结与展望	133
7.1	全书总结	133
7.2	研究展望	136
	参考文献	138

Catalogue

Chapter 1	Introduction	1
Section 1	Research Background of the Book	2
Section 2	Research Objectives and Significance of the Book	4
Section 3	Basic Knowledge of the Traditional Negotiation and Automatic Negotiation	5
Section 4	Research Review of Bilateral Negotiation and Overview of the Application Status of the Automatic Negotiation	12
Section 5	The Research Target and Innovation Points of the Book	35
Section 6	The Main Research Content and Structure of the Book	36
Chapter 2	Theoretical Basis of Automatic Negotiation	39
Section 1	The Classic Bargaining Model	39
Section 2	Negotiation Research in Game Theory	46
Section 3	The Theoretical Basis of Automatic Negotiation	50
Section 4	Further Analysis of Negotiation Theory	57
Section 5	Summary	61
Chapter 3	The Automatic Negotiation Mechanism of Bilateral Single – Issue Negotiation	63
Section 1	Introduction	64

Section 2	The Negotiation Mechanism	65
Section 3	The Negotiation Protocol of Bilateral Single – Issue Negotiation	67
Section 4	The Negotiation Strategy of Bilateral Single – Issue Negotiation	73
Section 5	Discussion	82
Section 6	Summary	84

Chapter 4 The Automatic Negotiation Protocol of Bilateral

Multi – Issue Negotiation	86
--	-----------

Section 1	Introduction	86
Section 2	The Negotiation Environment	88
Section 3	The Multi – Issue Negotiation Framework	90
Section 4	The Multi – Issue Negotiation Rules	93
Section 5	Summary	94

Chapter 5 The Automatic Negotiation Strategy of Bilateral

Multi – Issue Negotiation	96
--	-----------

Section 1	The Introduction of Multi – Issue Negotiation Strategy	97
Section 2	The Utility Function Construction of Multi – Issue Negotiation	99
Section 3	The Utility Function of the Negotiator	104
Section 4	The Negotiation Strategy of the Negotiator	106
Section 5	Introduction on Relevant Methods	112
Section 6	Discussion	115
Section 7	Summary	116

Chapter 6 Experiment and Analysis

Section 1	The Experiment of Bilateral Single – Issue Negotiation ...	118
Section 2	The Experiment of Bilateral Multi – Issue Negotiation ...	123
Section 3	Summary	131

Chapter 7 Summary and Outlook 133

 Section 1 A Summary of the Whole Book 133

 Section 2 Work Outlook 136

References 138

1 引言

在网上可以实现现实生活中买卖双方之间的讨价还价，你信吗？这是亚马逊公司于 2012 年夏季新获取的一个专利技术。在日常生活中，只要我们需要购买或者销售某种商品，就需要进行讨价还价，讨价还价已然是一种常见的生活形式。但是，在网上，要想实现自由的讨价还价，这在当前的电子市场中几乎是不可能的。我们在网上购买商品，一般只能接受网上的标定价格，否则你就只能放弃你自己的购买决定。即使是当前流行的淘宝网，讨价还价的余地也是非常之少。现在，这一切都有可能发生改变。根据相关资料显示，亚马逊已经获取了网上讨价还价系统的专利技术。在亚马逊的讨价还价系统中，买家和卖家可以相互轮流报价，直到双方对价格都满意为止。这似乎和我们在现实生活中到跳蚤市场去购买一件衣服，然后还价到 100 元没多大差别，唯一的差别就是避免了双方见面。

至于亚马逊何时在网上正式推出这个讨价还价系统，现在尚不能确定。但是无论如何，随着计算机与网络的普及，使用自动化的软件 Agent 被许多人认为是计算机自动化的发展趋势。给定一组目标和任务，一个自动的 Agent 将最大限度地满足其使用者的利益。这些 Agents 应该具备执行目前由人工完成的某些特定任务的能力，比如搜集互联网上的信息、日程安排、订阅新闻、制定度假方案、买卖商品或服务等等。尤其是在电子商务领域，使用自动化的 Agent 也越来越广泛。随着电子商务的全球化、开放性、个性化和及时性的发展要求以及网络的蓬勃发展，通过虚拟网络进行商品在线交易也越来越普遍。商务活动中的 Agent 应该有能力和其他的 Agent 协商商品的价格和商品的其他相关方面，比如商品的到货时间、质量、数量、付款方式、包装方式等等。进一步，Agent 应该能够灵活应对各种不同的环境变化。如何设计这样的 Agent 来进行商务活动，也就是要为 Agent 找到一个有效的协商机制，将是一个非常重要的挑战。而研究智

能的电子商务自动协商系统也成为当前的研究热点。

1.1 本书的研究背景

在人们日常生活和商务活动中，为了解决买卖双方的矛盾、冲突和争议，大多数情况下都会采用协商（Negotiation）的方式。协商不仅是一门艺术，也是一门科学，在人们的日常生活和商务活动中都起着重要的作用。Pruitt（1981）把协商定义为“由两方或多方作联合决定的过程。协商各方首先阐明各自的要求，然后相互逐渐让步达成一致或者一起寻找新的解决方法”。最简单的协商形式莫过于双方对价格进行讨价还价，例如日常生活最为常见的，消费者和夜市或集贸市场里的小贩杀价，又或者是企业与企业之间需要合作所进行的讨价还价，都可以说是最简单的双边协商的例子。交替式出价是最普遍的一种讨价还价方式。对于价格较低的商品，买卖双方可能会经过几轮议价后就达成交易。当商品价格较高时，双方可能会经过多次的议价，最后才达成交易。此外，由于商务活动所涉及的范围广泛，关系也比较复杂，有时双方进行协商的议题（或属性）可能不只是价格，还会涉及商品的其他方面，比如数量、付款方式、交货时间、商品包装方式以及售后服务等，这样就使得双方之间的协商变得更加复杂。当涉及多个议题时，传统的议价方式是协商者经过多次会谈，不断排除协商双方对各项议题的异议，最终达成共识。不管是单个议题的协商，还是多个议题的协商，在协商过程中，协商各方在面临对立的目标时总是想追求各自最大的利益。因此，长久以来，协商就被看作是一个耗时的过程。

因特网的快速发展和商业网络的成熟极大地改变了传统的零售业销售模式，对传统的商业活动也产生了极其深远的影响。随着电子商务的普及，传统的面对面的手工协商模式也逐渐向全球化的电子商务在线协商模式过渡。电子商务在日常生活中已非常常见，小到网上购物，大到跨国大公司之间的网上商务会谈等等，它已经成为时代发展的潮流。电子商务不仅使商务信息交换及商品交易电子化，更重要的是它催生了一个基于全球信息网络的前所未有的商品交易场所。这个场所就是我们常说的电子市场。

电子市场是一种广泛的内部组织之间的信息系统，它允许买卖双方交流产品价格和供应等各个方面的信息，实行电子支付。随着电子商务的普及，电子市场也迎来了发展的高峰，电子市场规模正在不断扩大。速途研究院统计了从 2012 年第一季度到 2013 年第三季度中国 B2B 电子商务总营收规模。在 2013 年第三季度中，B2B 电子商务总营收规模为 1.85 万亿元，较第二季度的 1.8 万亿元上升了 0.05 万亿元，前三个季度总计营收达 5.15 万亿元。2013 年第三季度相较于去年同期，增长约 1.5 万亿元，从近年的数据分析来看，B2B 电子商务的增长幅度开始放缓，但增长趋势依然在延续。预计在 2013 年第四季度，将会达到 1.9 万亿元的水平。阿里巴巴是中国目前最著名的 B2B 电子市场平台之一，在 2013 年第三季度，中国 B2B 电子商务平台服务市场份额中，阿里巴巴依然处于绝对市场老大地位，其 43.9% 的份额是其他 B2B 平台难以望其项背的。如此高的市场占有率反映了用户对阿里巴巴电子市场平台的需要及电子市场本身的发展潜力巨大；而网络信息的膨胀和大量潜在的商户信息，常使得人们疲于应对，尤其是协商的商品比较复杂时，人们往往很难从众多的协议中选择最优的。越来越多的人希望借助电子市场这个平台使用自动化的 Agent 进行交易来得到更为理想的价格和服务。自动协商已逐渐成为电子市场交易领域的研究热点。

电子市场降低了消费者获取产品信息的搜寻成本。正是由于低廉的网络搜索成本，当前的电子市场变得越来越透明。从商业的角度来看，这将潜在地导致激烈的价格竞争和非常低的利润，同时对商品的某些方面，比如质量和服务会产生一定程度的负面影响。而使用 Agent 对商品的多个方面进行讨价还价，能够使商业活动超越单纯的价格竞争。针对不同顾客的需要使产品个性化能够让企业获得竞争的优势。因此，针对商品的多个方面设计自动的 Agent 协商系统，在电子市场中有着巨大的潜力和应用前景。

本书正是基于电子市场中自动协商发展的迫切需要这样的背景，在国家自然科学基金（71201050）等项目的支持下，对复杂的电子市场中的双边单属性协商和双边多属性协商问题进行研究。

1.2 本书研究的目的和意义

1.2.1 研究目的

传统的面对面协商有较大的灵活性,便于协商双方就某些关键问题或难点进行反复沟通。买卖双方轮流出价是双边面对面协商中最为普遍的一种协商方式,然而在有些情况下,交替式出价可能会耗费太多的时间并导致协商效率低下。在面对面的协商中,协商双方可以从对手的出价情况、语言态度甚至面部表情猜测到对方的协商目的。特别是在协商开始时,协商双方担心潜在收益的流失,可能都不愿意先出价。而在协商过程中,协商者也往往担心向对方先让步会显得自己比较“弱势”。双方之间的相互猜忌常常使得协商进展缓慢,尤其是双方都不愿意让步时,协商可能会陷入僵局。如果涉及多个议题,将会使协商变得更加困难。

本书将针对交替式出价模式固有的缺点,为双边单属性协商和双边多属性协商分别提出一个基于中间人的同步讨价还价协议。在协议里,通过引入一个中间 Agent 来实现同步出价,并尽量最小化协商双方之间的信息交流,让交易者不必担心暴露自己的偏好,从而加快协商进程。基于本书问题提出的背景和交替式出价模式存在的缺陷,本书的主要研究目的如下:

1. 在现实的双边协商问题中(比如说商品),最为常见的情形是买卖双方对商品的价格进行讨价还价。为了解决传统面对面协商进展缓慢的缺点,本书将在已有研究工作的基础上,提出一个更为完善的双边单属性同步自动协商机制。

2. 在很多情形下,双方还需要对商品的其他方面进行协商,如商品的数量、到货时间、付款方式等。本书将在提出的单属性协商机制的基础上,提出一个双边多属性同步自动协商机制,以使本书的研究工作覆盖一个更广泛的范围。

3. 设计自动协商机制非常关键的是为协商双方制定好协商策略,协商策略直接影响着协商的结果。本书将分别为进行双边单属性协商的参与人和双边多属性协商的参与人寻找最优的出价方式,即研究协商参与人的协商策略,并提高协商效率。

4. 本书提出的协商机制并不是为了取代传统的议价方式,而是想为电子商务市场提供一种新型有效的议价方式,丰富自动协商理论、方法的研究及其在电子市场中的应用。

1.2.2 研究意义

日常生活中我们常见的买方和卖方之间的讨价还价看似简单,但当涉及的金额较大或者发生在两个大型企业之间时,讨价还价也堪称一项复杂的系统工程,需要耗费大量的时间和精力。因此,如何利用现代化的技术手段来降低讨价还价的成本,提高协商的效率就成为一项具有重要现实意义的研究课题。本书用博弈论相关理论知识和人工智能领域的多 Agent 协商理论来研究电子商务环境中的具体问题,探讨基于 Agent 的自动协商这个电子商务领域中最新的热点,对相关领域的研究都具有一定的理论意义。此外,本书所研究的双边自动协商问题不仅包括单属性协商,也包括多属性协商,覆盖范围较为广泛。在研究协商机制的过程中,将充分考虑协商结果的公平性和有效性,并尽可能提高协商 Agent 的智能性和协商的效率。所提出的协商机制符合现实电子市场的需要,有良好的潜在应用价值。

总而言之,本书将博弈论相关理论知识和人工智能领域的多 Agent 理论研究应用到电子商务领域的实际问题中,既可以促进相关领域的学术理论研究,又能很好地解决现实中的实际问题,具有一定的理论意义和现实意义。

1.3 传统协商与自动协商基础知识

1.3.1 传统协商基础知识简介

传统协商领域的研究大多数是基于博弈论而发展起来的,下面我们先简要介绍博弈论的基础知识,在后面我们还将进一步讨论相关理论基础。

博弈论(game theory)又称对策论,它研究决策主体的行为发生直接相互作用时,如何做决策以及相应策略均衡问题。由于决策主体存在相互作用,局中人的理性决策必定建立在预测其他局中人的反应之上,局中人要把自己置身于其他局中人的位置以预测对手将要采取的行动,从而在此基础上来决定自己应采取什么样的行动使自己的效用最大化,这就是博弈

论方法的本质和精髓。

一般认为, 博弈理论开始于 1944 年由 Von Neumann 和 Morgenstern 合作的 *The theory of Games and Economic Behaviour* 一书的出版。博弈论通常可划分为合作博弈论 (cooperative game) 和非合作博弈论 (non-cooperative game) 两个分支。合作博弈强调团体理性、效率、公正和公平, 而非合作博弈则强调个人理性、个人最优决策, 其结果可能是有效率的, 也可能是无效率的。20 世纪 50 年代是合作博弈论发展的鼎盛时期, 以纳什和 Shapley 的“讨价还价”模型为主要研究工作代表。同一时期, 纳什在 1950、1951 年的两篇关于非合作博弈的重要文章, 以及 Tucker 于 1950 年定义的“囚徒困境”问题 (prisoners dilemma) 基本上奠定了非合作博弈论的基石, 这个时期非合作博弈论也开始创立。20 世纪六七十年代, 做决策过程中逐步引入了动态性以及不完全信息问题; 从 80 年代开始, 博弈论已逐渐发展成为主流经济学的一部分, 甚至可以说成为了微观经济学的基础。作为一种方法, 博弈论的应用范围并不局限于经济领域, 在政治、军事、外交、国际关系等很多领域同样有着广泛的应用。

从博弈论的基本刻画可以看出, 无论何种博弈, 总存在如下基本要素: 参与人、行动、信息、效用函数、战略、结果及均衡。参与人是博弈中的决策主体, 行动是其决策变量; 信息是参与人关于博弈的知识, 特别是有关对手的行动和特征的知识; 效用函数是用来计算采取不同策略或行动所带给参与人的效用 (这是每个参与人所关注的重点); 战略是参与人选择行动的规则, 它决定参与人何时选择何种行动; 结果是博弈分析者感兴趣的要素的集合; 均衡是所有参与人最优战略或行动的组合。上述概念中, 参与人、行动、结果统称为博弈规则, 博弈分析的目的是使用博弈规则决定决策均衡。

根据参与人行动的先后顺序, 可以把博弈分为静态博弈和动态博弈。静态博弈指的是博弈中参与人同时选择行动, 或虽非同时但后行动者并不知道先行动者采取了什么具体行动; 动态博弈则是指参与人行动有先后顺序, 且后行动者能观察到先行动者所选择的行动。此外, 从参与人所掌握的有关对手特征、策略空间、效用函数等信息的状况, 可将博弈分为完全信息博弈和不完全信息博弈。完全信息指的是每个参与人对于对手的一切信息都完全了解; 否则, 就是不完全信息博弈。根据上述分类, 可以得到四种不同类型的博弈: 完全信息静态博弈; 完全信息动态博弈; 不完全信

息静态博弈；不完全信息动态博弈。

在讨论了博弈的四种类型以后，现在给出博弈的两种表达方式：战略式（strategic form）和扩展式（extensive form）。从分析的方便性来看，战略式表述更适合静态博弈，而扩展式则更适合动态博弈。

战略式表述又称为标准式表述（normal form），在这种表述中参与人同时选择各自的战略，所有参与人的战略一起决定参与人的效用。确切地说，博弈的战略式表述如下：

1. 参与人集合： $i \in \Gamma$, $\Gamma = (1, 2, \dots, n)$ ，通常把参与人 i 的对手的集合表示为 $-i$ ；
2. 参与人的战略空间： S_i , $i = 1, 2, \dots, n$ ；
3. 参与人的效用函数： $u_i(s)$, $i = 1, 2, \dots, n$, $s = (s_1, \dots, s_i, \dots, s_n)$, $s_i \in S_i$

用 $G = \{S_1, \dots, S_n; u_1, \dots, u_n\}$ 代表战略式博弈。对于参与人个数及可选策略均有限的战略式博弈，可以用博弈矩阵来直观地给出，但一般博弈矩阵只用于表示两人有限战略博弈，而当参与人多于两个时，要画出多个矩阵则不是比较方便。

战略式表述只是简单地给出参与人有哪些战略可以选择，而扩展式表述要给出每个战略的动态描述：谁在何时行动，每次行动时有些什么具体行动可供选择，以及所具有的信息。简单地说，在扩展式表述中，战略对应于参与人的相机行动规则（contingent action plan），即什么情况下选择什么行动，而不是简单的与环境无关的行动选择。一个扩展式博弈要包括如下信息：参与人集合；行动次序；每次行动时参与人的行动空间；每次行动时参与人具有的信息集；每次行动结束后，参与人获得的效用，它是所有行动的函数；外生事件的概率分布。有限扩展式博弈可以用博弈树直观地表示出来，而且从对博弈树的分析所得到的大部分结论可以推广到无限博弈的情况。

下面给出博弈论中最重要的几个解概念：

占优策略均衡（dominated strategies equilibrium）：在博弈 $G = (\Gamma, \{S_i\}_{i \in \Gamma}, \{u_i\}_{i \in \Gamma})$ 中，若对应所有 $s_{-i} = (s_1, \dots, s_{i-1}, s_{i+1}, \dots, s_n)$, s_i^* 是参与人 i 的最优选择，即满足 $u_i(s_i^*, s_{-i}) > u_i(s_i', s_{-i})$, $\forall s_{-i}$, $\forall s_i' \neq s_i^*$ ，则称 s_i^* 为参与人 i 的占优策略，策略组合 $s^* = (s_1^*, \dots, s_n^*)$ 称为占优策略均衡。