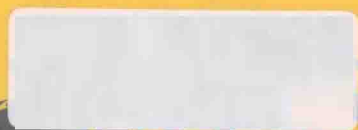


伍京华 / 著

JiYu Agent De QuanShuo Xing BianLun TanPan

# 基于Agent的劝说型辩论谈判



 復旦大學 出版社

伍京华 / 著

JiYu Agent De QuanShuo Xing BianLun TanPan

# 基于Agent的劝说型辩论谈判



復旦大學出版社

图书在版编目(CIP)数据

基于 Agent 的劝说型辩论谈判/伍京华著. —上海:复旦大学出版社, 2014. 4  
ISBN 978-7-309-10396-0

I. 基… II. 伍… III. 软件工具-应用-谈判学-研究 IV. C912.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 039571 号



基于 Agent 的劝说型辩论谈判

伍京华 著

责任编辑/宋朝阳

复旦大学出版社有限公司出版发行

上海市国权路 579 号 邮编:200433

网址:fupnet@fudanpress.com <http://www.fudanpress.com>

门市零售:86-21-65642857 团体订购:86-21-65118853

外埠邮购:86-21-65109143

江苏省句容市排印厂

开本 890 × 1240 1/32 印张 5.75 字数 142 千

2014 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

ISBN 978-7-309-10396-0/C · 281

定价: 19.00 元

---

如有印装质量问题, 请向复旦大学出版社有限公司发行部调换。

版权所有 侵权必究

# 前 言

在社会生活中,人们主、客观方面存在的差异导致个人或组织等社会主体在目标或利益方面随时随地都有可能产生冲突和分歧。为了保证社会系统的稳定运行和正常发展,需要通过一定的方式对这些冲突和分歧进行合理和有效的解决。谈判作为人类社会交往中解决冲突和分歧的一种重要方式,已经被广泛地应用到了人类社会生活的方方面面,并成为其中的重要组成部分。

传统的谈判是由参与谈判的各方人员在同一地点进行面对面的交流和沟通,通过交换意见进行协商,最终签订协议。近年来,随着互联网和信息技术的飞速发展以及全球经济一体化的形成,使企业之间的联系变得更加紧密和需要节约更多的人力、物力及时间。人工智能中的 Agent 的引入,可以使企业之间开展自动谈判,不仅极大地节约谈判成本,而且能提高谈判效率,降低谈判复杂程度,并使谈判结果更符合各方需求。

结合人类的辩论思想,创建基于 Agent 的劝说型辩论谈判系统,一方面可以通过系统中的 Agent 来模拟人类谈判过程中所使用的辩论,从而使谈判过程更加理性和谈判结果更加理想;另一方面也充分考虑到了人类谈判活动的复杂性和多变性,同时满足方便、快捷的实际谈判需求,可以为远程异地谈判提供高效、灵活、经济的支撑平台。因此,本书以此为出发点,展开如下的研究工作:

(1) 通过对目前国内外基于 Agent 的辩论谈判及相应的自动谈判系统的研究分析,给出相应的研究工作及成果的综述,指出了目前的不足之处和值得进一步研究的地方。

(2) 针对基于 Agent 的辩论谈判协议建立的不足问题,依据经典的 BDI(信念、愿望、意图)理论和已有的基于 Agent 的谈判协议,将人类辩论思想融入,构建了更加完整的基于 Agent 的辩论谈判协议。对基于 Agent 的辩论谈判中可能用到的重点语素进行了规定和说明,并对基于 Agent 的辩论谈判过程中的各个状态下的推理规则进行了图示和详细描述,为研究基于 Agent 的辩论谈判协议的制定提供了理论基础。

(3) 为了使策略的选择、模型的构建和其评价体系的确定更具有针对性,将基于 Agent 的辩论谈判过程划分为合作伙伴选择和有关谈判内容的具体交互两个阶段。在合作伙伴选择阶段,引入人际辩论谈判策略中的

威胁、奖励、申辩和反驳等主要策略,对它们进行概念界定和分类,并运用形式逻辑理论和人际辩论谈判思想,提出了相关的形式化模型。本书还提出了有关这些策略和模型的辩论力度的概念和有效的评价算法,构建了相应的评价体系。

(4) 将具体交互过程划分为辩论和反辩论两个子过程,并提出了辩论和反辩论的形式化模型。在这个阶段,评价体系建立的核心在于购买方的购买值和销售方的销售值的概念界定,因此,在提出相应的购买值和销售值的概念的基础上,对基于 Agent 的辩论谈判过程中的具体交互阶段进行了详细的过程分析,提出了每一轮辩论和反辩论的有效的评价算法,构建了相应的评价体系。

(5) 结合社会学基础理论及制度经济学中的科斯定理,提出了基于 Agent 的辩论谈判的社会制度的概念,并对其进行分类后以图示的形式给出了相关的表述模型。分析了基于 Agent 的辩论谈判的社会制度的产生原因,结合线性规划理论,得出其产生模型。基于经典的 BDI 理论,结合 Agent 所承担的社会角色和拥有的社会关系,运用基于 Agent 的辩论谈判过程中的合作伙伴选择阶段中所使用的策略和模型及评价体系的建立方法,给出了基于 Agent 的辩论谈判的社会性研究中的辩论谈判策略和模型,并构建了相应的评价体系,从而进一步验证了前面所提出的理论和方法的有效性。

(6) 结合所提出的协议、策略和模型及相应的评价体系,对基于 Agent 的辩论谈判的过程进行分析,选定 Jade 作为开发平台,以 Java 作为开发语言,设计并编程实现了基于 Agent 间辩论的汽配交易自动谈判系统原型,从实践上对本书所提出的理论和方法做出了验证。

总的来说,本书的研究是在结合了管理学、经济学、人工智能、社会学等相关理论的基础上,对基于 Agent 的劝说型辩论谈判系统进行了较为深入的研究,并通过实现一个具体的基于 Agent 的辩论谈判系统对所提出的理论和方法进行了验证。此外,本书还对基于 Agent 的劝说型辩论谈判中可能涉及的社会性进行了研究。这些工作都将对基于 Agent 的劝说型辩论谈判和相应的自动谈判系统的研究起到积极的作用。

本书在编写过程中,参阅了大量的国内专家与学者的著作和教材,在此,一并表示衷心的感谢!限于编者的水平和经验,书中难免有不当之处,恳请广大读者批评指正。

伍京华

2014年2月于北京

# 目 录

<b>第 1 章 绪论</b> .....	001
1.1 选题的背景和意义 .....	001
1.2 基于 Agent 的谈判 .....	004
1.3 基于 Agent 的辩论谈判的研究现状及发展趋势 .....	015
1.4 自动谈判系统的研究现状及发展趋势 .....	042
1.5 本书的主要研究内容和逻辑结构 .....	044
<b>第 2 章 基于 Agent 的辩论谈判协议</b> .....	047
2.1 协议的基本语言和逻辑框架 .....	047
2.2 协议的具体描述 .....	050
2.3 本章小结 .....	067
<b>第 3 章 基于 Agent 的辩论谈判中的合作伙伴选择策略及模型</b> .....	069
3.1 问题的提出 .....	069
3.2 模型的假设 .....	071
3.3 威胁、奖励、反驳和申辩的定义及分类 .....	072
3.4 威胁、奖励、反驳和申辩的形式化模型 .....	076



3.5	威胁、奖励、反驳和申辩辩论力度强弱的评价模型 .....	077
3.6	模型的举例说明和算例分析 .....	080
3.7	本章小结 .....	090
<b>第 4 章</b>	<b>基于 Agent 的辩论谈判中的具体交互过程策略及模型 .....</b>	<b>091</b>
4.1	模型假设 .....	091
4.2	辩论和反辩论的定义和分类 .....	092
4.3	建模与分析 .....	096
4.4	本章小结 .....	105
<b>第 5 章</b>	<b>基于 Agent 的辩论谈判的社会性分析及模型 .....</b>	<b>107</b>
5.1	基于 Agent 的主要社会学理论 .....	107
5.2	基于 Agent 的辩论谈判的社会制度分析及模型 .....	110
5.3	基于 Agent 社会制度、关系和角色的辩论谈判策略及模型 .....	123
5.4	本章小结 .....	130
<b>第 6 章</b>	<b>基于 Agent 的辩论谈判在自动谈判中的应用 .....</b>	<b>131</b>
6.1	系统开发相关技术基础 .....	131
6.2	辩论谈判过程与基本功能结构分析 .....	135
6.3	基于 Agent 间辩论的汽配交易自动谈判系统原型 .....	140
6.4	本章小结 .....	152
<b>第 7 章</b>	<b>结论 .....</b>	<b>154</b>
<b>参考文献</b>	.....	157

## 第 1 章

# 绪 论

## 1.1 选题的背景和意义

由于社会因素、环境、认知水平等方面的差异,导致个人或组织在目标和利益之间产生冲突。通过谈判可以使冲突双方相互协调,增进了解,达成共识,使相互间的共同利益有足够程度的“靠拢”,因而谈判是一种解决分歧与争端的有效手段。Raiffa 对谈判问题作了如下描述:“谈判包括科学和艺术两个方面。成功的谈判使冲突的各方都是赢家,即追求所谓的共同受益。”<sup>①</sup>

从企业的角度来说,谈判作为一个普遍存在的现象,贯穿于企业的各项商务活动及各个工作环节中,并且无时无刻不在进行。此外,伴随着全球经济的飞速发展,企业之间所面临的国际和国内竞争在各个方面表现得越来越激烈和突出,其中,尤为突出地表现在各项商务活动中成本的降低及效率的提高上。而在互联网等信息技术高速发展的今天,谈判的形式已经从传统的面对面的形式发展到借助于各种丰富多样的现代化工具(如网络、手机等)进行。与此同时,为了最大限度地实现以上两个主要目标,谈判又反过来促进了这些信息技术的进一步快速发展,因此,谈判与信息技术的发展息息相关,密不可分且互相促进。

---

<sup>①</sup> Raiffa H., *The art and science of negotiation*, Harvard University Press, Cambridge, 1982, pp. 25 - 56.

从目前全球各企业运行的现代化环境来看,谈判越来越需要在不同的时间或地点开展,同时需要更大程度地降低成本和提高效率,并且使谈判结果更加满足谈判各方的需要,即实现谈判各方最终的“帕累托最优”。这就对相对落后的信息技术提出了巨大的挑战。因此,如何在激烈的竞争环境下将两者紧密结合,最大限度地节约成本和提高效率,并且使谈判最终结果能最大限度地满足谈判各方的需求,已经成为各国企业争相提高自身竞争力所普遍追求的目标之一。

谈判支持系统(NSS)<sup>①</sup>正是在这样的情况下应运而生,以满足各企业提高自身竞争力的需求,它是在作为管理科学与工程领域中管理信息系统的一个重要分支[即群决策支持系统(GDSS)<sup>②</sup>]的基础上发展起来的,主要将先进的计算机和信息技术以及决策支持系统等理论和方法引入冲突谈判这一领域,通过人机交互,并综合运用运筹学、对策论、心理学、行为科学等,为在不同地点开展的谈判者提供分析和解决问题的工具与技术。在此基础上,为了进一步满足谈判能在不同时间开展的需求,已经有学者将人工智能的相关理论和方法引入其中,以实现谈判的自动化或半自动化,最有代表性也是研究最广泛的就是将有关 Agent 的理论与方法引入其中所提出的自动谈判系统。

Agent 是一种将一定的设计目的封装在其内的计算机系统,处于一定环境下,并能在所在环境中灵活地完成自治的行为,以实现其设计目的<sup>③</sup>。自动谈判系统可以看成是多个在地理上分布松散的 Agent 所耦合而成的一种系统,相关的谈判功能都封装在对应的

---

① 杨子晨、孟波、熊德林、肖延松,“谈判支持系统研究综述”,《系统工程理论方法应用》,2002年第2期。

② 黄梯云,《管理信息系统(修订版)》,高等教育出版社,2001年。

③ Jennings N. R., Sycara K., Wooldrige M. J., A roadmap of agent research and development, *Autonomous Agents and Multi-Agent Systems*, Vol. 1, Iss. 1, 1998, pp. 275-306; 史忠植等,《高级人工智能》,科学出版社,1997年;王晓艳,“多 Agent 系统及其在供应链中的应用研究”,《物流科技》,2004年第27期。

Agent 内,其设计目的是为了在节约成本和提高效率的基础上帮助处于不同时间和地点的谈判各方最好地完成谈判。

谈判问题比较复杂,涉及的问题更是方方面面,其结果具有很大程度的不确定性,而目前有关自动谈判系统的理论还只是简单地将讨价还价的谈判功能封装在对应的 Agent 内,可以说并没有充分体现其作为人工智能的一面,即没有充分体现其所具有的心智和态度等,难以实现谈判各方最终的“帕累托最优”。从理论上来说,Agent 应当具有人类所具有的信念、愿望、意图等诸多方面。因此,如何在目前的自动谈判基础上更进一步融合和实现 Agent 所应当具有的人类所具有的各项意识和行为等,正是目前这个领域内需要重点研究的内容之一,也是研究的难点之一。

作为人类所普遍具有的交流方式,辩论能够充分体现人类各方面的各项意识和行为,并能反映人类所具有的信念、愿望、意图等,其所涉及的理论更加丰富,如哲学、认知学、逻辑学、心理学等,如果能将其引入基于 Agent 的自动谈判中,将能很好地解决上述问题。一方面,它能规定具有匿名特性的 Agent 的推理行为,如信念的改变、在不确定环境下做出决策等;另一方面,它还能自然地具有个体理性的 Agent 之间的复杂交互形式提供设计、应用和分析的工具。

在基于 Agent 的辩论谈判中,劝说型的辩论谈判方式更受关注,因为通过这种辩论谈判,Agent 可以使用其中更具有说服力的策略,如本书重点研究的威胁、奖励、申辩和反驳等,在谈判的过程中充分发挥 Agent 在人工智能方面的优势,如 Agent 所具有的心理态度和推理规则等,从而使谈判过程更加理性,谈判结果更加理想,并且可以使 Agent 更大程度地在模拟人类真实谈判的基础上完美地实现自动谈判的功能和目的。目前,有关基于 Agent 的劝说型辩论谈判的研究及相关系统的开发已引起了学术界的重视,学术界普遍认为它具有广阔的应用前景。

## 1.2 基于 Agent 的谈判

### 1.2.1 Agent 的基本概念及主要分类

#### 1. Agent 的基本概念

##### (1) Agent 的定义

随着 Agent 的出现、产生和研究的不断进步,有关 Agent 的定义也更加丰富,其中有代表性的如 M. Wooldrige 和 Jennings 给出的有关 Agent 的强定义和弱定义<sup>①</sup>。目前较为普遍的是认为 Agent 是一种计算机系统,它能够根据外部环境的变化,自主地完成预先设定的任务<sup>②</sup>。

##### (2) Agent 的主要特征

目前为止,通常认为 Agent 应当具有下述部分或全部特征:

##### ① 自治性。

运行不需要人或其他 Agent 的直接干预,Agent 能够控制自己的行为 and 内部状态。

##### ② 反应性(交互性)。

能够感知它所存在的环境的变化,并通过行为改变环境。一个不能影响环境的系统不能称为 Agent<sup>③</sup>。

##### ③ 协作性。

往往不是单独存在的,它要通过某种通信语言与其他 Agent 进行交互,以共同完成预定的任务。

---

① Wooldrige M. J., Jennings N. R., Intelligent agent: theory and practice, *Knowledge Engineering Review*, Vol. 10, Iss. 2, 1995, pp. 120 - 145.

② Jennings N. R., Sycara K., Wooldrige M. J., A roadmap of agent research and development, *Autonomous Agents and Multi-Agent Systems*, Vol., Iss. 1, 1998, pp. 275 -306.

③ 史忠植等,《高级人工智能》,科学出版社,1997年。

#### ④ 主动性。

并不是被动地对环境的变化做出反应。它能够自己为行动设定目标,表现出一种有目的的行为。

#### ⑤ 社会性。

Agent 可以与其他 Agent (也可能是人) 交互, 以满足其设计目标。

#### ⑥ 长寿性(或时间连贯性)。

传统程序由用户需要在需要时激活, 不需要时或运算结束后停止。Agent 与之不同, 它应该至少在“相当长”的时间内连续地运行。

### (3) Agent 的主要理论模型

目前, 有关 Agent 的主要理论模型都是建立在普遍认为 Agent 具有人类所具有的信念、意图、愿望等属性的基础之上的, 有代表性的模型主要有如下几种:

Levesque 提出的有关信念和感知的逻辑模型主要对显性的信念和隐性的信念作了一个界定, 但是没有进行定量分析, 也不允许对嵌套的信念进行界定, 最重要的是, 会使 Agent 的推理与现实世界不相吻合<sup>①</sup>。因此, 为了克服这些负面影响, Fagin 和 Halpern 提出了一种基于一般感知的逻辑模型, 试图解决这些问题, 但仍很难满足要求<sup>②</sup>。

Konolige 提出的有关资源约束的信仰者的演绎模型基本上是对符号人工智能系统中的信念进行建模, 并对模型进行一些检验, 提出了一系列证明他的逻辑的方法, 包括解决 (Resolution) 系统和生动的场面 (Tableau) 系统, 虽然模型简单, 但还是提出了一个比较

---

<sup>①</sup> H. J. Levesque, *A logic of implicit and explicit belief*, In Proceedings of the Fourth National Conference on Artificial Intelligence (AAAI-84), Austin, TX, 1984, pp. 205-225.

<sup>②</sup> R. Fagin and J. Y. Halpern, *Belief, awareness, and limited reasoning*, In Proceedings of the Ninth International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI-85), Los Angeles, CA, 1985, pp. 345-389.

直接的有关 Agent 中信念系统的模型,因此具有一定的可取之处<sup>①</sup>。

Cohen 等最早提出的有关意图的形式化理论在有关 Agent 的研究领域中最为著名,也最有影响力,主要使用了信念和目标两个基本的态度,例如意图等更进一步的态度则建立在此基础上,他们的研究对 Agent 推理和多 Agent 间对话的冲突解决和合作起到了至关重要的作用<sup>②</sup>。Rao 和 Georgeff 则在此基础上提出了相关的逻辑框架,他们的分支模型融进了时间因素,主要关心现实主义问题,即 Agent 对其愿望和意图在未来可能对信念产生的影响。此外,他们也在其余的相关工作中考虑将(社会)计划加入其形式化理论中<sup>③</sup>。

Singh 提出了一个有趣的逻辑语系,在基于时间分支的框架中表达了意图、信念、知识和通信等,主要建立在 Asher-Kamp 演说表达理论基础上,研究相当丰富,成果也非常显著<sup>④</sup>。

Wooldridge 在其研究中提出了一种表达多 Agent 系统的逻辑语系,主要目的是为了构建一种形式化的理论,能够在现实的多 Agent 系统中进行规定和验证,他在给出了合适的符合现实协议的

---

① K. Konolige, *A deduction model of belief*, Pitman/Morgan Kaufmann, 1986, pp. 268 - 305.

② P. R. Cohen and H. J. Levesque, Intention is choice with commitment, *Artificial Intelligence*, Vol. 42, 1990, pp. 213 - 261.

③ A. S. Rao and M. P. Georgeff, Social plans: preliminary report, In E. Werner and Y. Demazeau, editors, *Decentralized AI 3 — Proceedings of the Third European Workshop on Modelling Autonomous Agents and Multi-Agent Worlds (MAAMAW-91)*, Elsevier/North Holland, 1992, pp. 57 - 76; A. S. Rao and M. P. Georgeff, *A model-theoretic approach to the verification of situated reasoning systems*, In Proceedings of the Thirteenth International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI - 93), Chambéry, France, 1993, pp. 318 - 324.

④ M. P. Singh, Group ability and structure, In Y. Demazeau and J. -P. Müller, editors, *Decentralized AI 2 — Proceedings of the Second European Workshop on Modelling Autonomous Agents and Multi-Agent Worlds (MAAMAW - 90)*, Elsevier/North Holland, 1991, pp. 127 - 146; M. P. Singh, A critical examination of the Cohen-Levesque theory of intention, In B. Neumann, editor, *Proceedings of the Tenth European Conference on Artificial Intelligence (ECAI-92)*, John Wiley & Sons, 1992, pp. 364 - 368.

基础上对 Agent 的合作行为进行了举例说明和验证<sup>①</sup>。

#### (4) Agent 的功能和体系结构

就目前有关 Agent 的大量研究来看,其所具有的功能包括推理、规划、学习和适应等许多方面。为了实现这些不同的功能,由封装了不同代码的不同模块组成的 Agent 体系结构也因此而显得纷繁复杂。其中,有代表性的是 M. Wooldrige 和 Jennings 从总体上将其划分为如下三种:

##### ① 经典结构: 慎思结构。

这种结构主要建立在物理—符号系统假设的基础上,这方面的研究最早由 Newell 和 Simon 提出,并在 1987 年被 Genesereth 引入 Agent 理论中<sup>②</sup>。他认为,具有慎思结构的 Agent 指的是能将整个世界用符号模型进行清晰完整地表示,并通过逻辑推理进行决策的 Agent。因此,具有这类结构的 Agent 至少需要解决如下两个方面的问题:一是将现实世界用一种精确且充分的符号规则描述出来,并及时、有效地使用这种规则,即翻译问题,这个问题将会涉及语言的理解、学习等;二是如何符号化地表达复杂的现实世界中实体及过程的相关信息,以及如何使 Agent 及时、有效地利用这些信息进行推理,即表达和推理问题,这个问题将会涉及知识的表达、自动推理和自动制定计划等。

在有关 Agent 慎思结构的研究方面,主要有以下两个方面的研究:

- 有关能制定计划的 Agent 的慎思结构研究。即设计一个详细的行为过程,当其被执行时,能使这些被设计的目标实现。目前,在符号人工智能团队领域的研究中,一直以来都认为某种形式的人工智

---

<sup>①</sup> M. Wooldridge and M. Fisher, A first-order branching time logic of multi-agent systems, In B. Neumann, editor, *Proceedings of the Tenth European Conference on Artificial Intelligence (ECAI-92)*, John Wiley & Sons, 1992, pp. 234 - 238.

<sup>②</sup> M. R. Genesereth and N. Nilsson, *Logical foundations of artificial intelligence*, Morgan Kaufmann Publishers, Inc., 1987, pp. 568 - 612.



能计划制定系统都将会成为人工智能领域中的 Agent 的中心组件。最早且知名的计划制定系统是 STRIPS, 但其中的计划制定机制显得非常简单, 并且已经证明, 即使是在适度复杂的系统中, 这个机制也不太有效。因此, 随后的许多研究都致力于开发更加有效的自动计划制定技术, 并在分层和非线性计划这两个方面有所创新。20 世纪 80 年代中期, Chapman 确立的一些理论结果表明, 即使技术如此精炼, 在任何受时间约束的系统中也是没有用的, 但他的工作导致了其后这个领域内一些更加丰富的研究<sup>①</sup>。尽管上述研究都存在相应的问题, 还是有许多系统[如基于复杂非线性计划者理论基础上的 IPEM(集成了计划、执行和管理的系统)<sup>②</sup>、在一个能模拟交通环境的高度动态环境下使 Agent 自动制定计划的 AUTODRIVE 系统]被开发<sup>③</sup>。

● 基于一些有关 Agent 信念、愿望和意图的理论基础之上的慎思结构研究。其中有代表性的是 Bratman、Israel 和 Pollack 的 IRMA(受资源约束的智能机制体系结构), 包括一个计划库和分别能清晰表达信念、愿望和意图这三者的四个关键的符号数据结构, 此外, 还包括一个能对现实世界进行推理的推理 Agent、一个能选择合适的计划方式来实现其意图的方式选择 Agent、一个能对环境进行把握并寻找机会的机会分析 Agent、一个筛选处理程序和一个慎思处理程序。这个结构最终在一个称为 Tileworld 的环境下得到模拟和评估<sup>④</sup>。

② 可替代的结构: 反应结构。

从以上有关慎思结构的研究来看, 在符号人工智能领域内仍有

---

① D. Chapman, *Planning for conjunctive goals*, Artificial Intelligence, 1987, pp. 32 - 44.

② J. Ambros-Ingerson and S. Steel, Integrating planning, execution and monitoring, *Proceedings of the Seventh National Conference on Artificial Intelligence (AAAI-88)*, St. Paul, MN, 1988, pp. 568 - 589.

③ S. Wood, *Planning and decision making in dynamic domains*, Ellis Horwood Ltd., 1993, pp. 332 - 346.

④ A. S. Rao and M. P. Georgeff, Modeling rational agents in a BDI-architecture, In R. Fikes and E. Sandewall, editors, *Proceedings of Knowledge Representation and Reasoning (KR&R-91)*, Morgan Kaufmann Publishers, Inc. 1991, pp. 473 - 484.