

双边多问题自治协商的发展研究

张虹¹ 李瑞^{1,2} 邱玉辉¹

(西南师范大学计算机与信息科学学院 重庆400715)¹ (渝西学院数学与计算机科学系 重庆永川402168)²

摘要 自治多问题协商是现实应用领域中比较重要而有价值的研究领域,特别是在电子商务领域。通过协商可以得到“双赢”的结果。本文总结了双边多问题自治协商的研究现状。从经济学角度分析了合作环境和非合作环境的协商各自特点和适用范围;从人工智能角度给出了主要研究方向及研究手段,并且专门对协商中应用的两种协商技术:偏好和多原则决策进行讨论。最后给出了未来自治协商的研究方向和展望。

关键词 多问题协商,对策论,多原则决策,偏好

Review on Bilateral Multi-Issue Automated Negotiation

ZHANG Hong¹ LI Rui^{1,2} QIU Yu-Hui¹

(Faculty of Computer and Information Science, Southwest China Normal University, Chongqing 400715)¹

(Dep. of Mathematics & Computer Science, Western Chongqing University, Chongqing 402168)²

Abstract Automated Multi-issue Negotiation is an important and valuable mechanism in many realistic applications, especially in E-commerce. By Negotiation, the two parties realize efficient, distributed and “win-win” matching. The paper provides an extensive literature review of the existing research in Multi-attribute negotiation in the fields of Economics and Artificial Intelligence, discussing the novelty method and theory in implementation. Related approaches to preference and multi-criteria-decision-making are also reviewed. We also conclude and discuss some important and challenging research problem.

Keywords Multi-issue negotiation, Game theory, Multi-criteria-decision-making, Preference

1 前言

多问题自治协商是指在协商过程中协商内容涉及多个问题,并且进行同时处理。多问题自治协商的研究是比较复杂和富有挑战性的,它相对单问题协商而言,具有以下的特点:

1)多问题自治协商中,参加协商的一般为两方:买方和卖方。

2)多问题自治协商中,协商内容至少为两个,协商双方在各个问题各有偏好。在单问题协商中,一般采用效用函数来进行判断。而在多问题自治协商中,偏好的判断就会耗费大量的时间,甚至有时候是难以处理的,这时协商的依据不仅仅是简单效用函数。

3)多问题自治协商中,双方协商的前提是希望“双赢”。在单问题协商中,由于协商双方只关注一个因素,因此协商结果往往是以输赢来论断的。多问题自治协商中,结果应该是帕累托最优(Pareto-optimal)。要满足这个条件,就需要牺牲协商中某方的效益,而保证协商结果的整体利益。

4)多问题自治协商中,协商结果是多维的,这使得协商策略的设计更为复杂。比如:如果每一轮协商方准备让步,但由于协商范围是多维的,因此得首先决定在哪一维或哪几维的组合进行让步,还得同时觉得让步的幅度多大。

基于这样一些特点,多问题自治协商的优势也不言而喻,Raiffa在文[1]中提出“协商过程不再是一方得到的更多,另一方得到的就少,而是希望过程协商,使得双方都有所获”。Raiffa也提到和协商相关的问题有很多,比如:价值函数,虚假策略,折衷,让步,协商代理等等。多问题自治协商的研究也是先从经济学领域开始,在近几年才在人工智能领域得以充

分的发展。

一般说来,双边多问题自治协商可以分为三类:非合作领域的同步协商,非合作领域的异步协商,合作领域的协商。本文的研究工作也是基于这样一个分类进行的。本文第2节将从经济学角度简单分析非合作和合作协商,从人工智能角度对协商中各种启发式方法的研究将在第3节讲述;第4节讨论双边多问题自治协商中两个重要技术:多问题偏好决策和多原则决策(multi-criteria-decision-making);最后是结论和对未来的展望。

2 经济学角度的多问题自治协商

从经济学角度看,双边协商的研究主要是基于对策论的,因此研究方向也可以简单地分为:非合作环境的多问题自治协商和合作环境多问题自治协商。

2.1 非合作环境的多问题自治协商

这个方面的研究重点是如何有效地协商的多个问题及其在现实世界中的应用。因此,首先应该解决这样两个问题:1)什么情况采用分布式多问题自治协商,什么情况下进行同步协商?2)协商过程可以选择哪些不同方式?

2.1.1 同步和异步协商的选择 一般情况下,人们往往认为时间是影响协商的重要因素,但是有的时候协商的破裂却是因为协商方对某一个协商问题的过于执着。Chen在文[2]中专门针对破坏异步协商的因素进行了详细的分析。他主要研究了协商过程中协商失败概率对于协商方法的选择,他发现当失败概率较低时,往往喜欢选择同步协商,因为协商双方都是基于“双赢”原则,并且有足够的时间使得双方的效用达到最大;而在失败效率较高的时候,选择异步协商的概率

张虹 博士研究生,主要研究方向为人工智能,电子商务,自治协商。李瑞 讲师,主要研究方向为电子商务,推荐系统。邱玉辉 教授,博士生导师,主要研究方向为人工智能,多Agent技术。

大。Chen 的研究还发现当参加协商的 Agent 都属于不同类时,选择异步的可能性要大于选择同步协商的可能性。Serrano 等人在文[3]中也进行了讨论,他们假设异步协商过程中某个问题讨论的失败会影响整个协商过程,并且限定 Agent 在每一轮只能针对一个问题给出协商提议,结果发现在失败率降低到0的时候,就会出现均衡点增多和无效性增加,而这种情况在同步协商中是不会发生的。

除此之外,Weinberger 在文[4]中提出了“选择性接受”的概念,他是指在协商最初,可以由协商某一方就协商的所有问题同步提出一个,另一方可以选择性接受其中某一个,然后就那些还没有达成协议的问题再进行异步协商。

2.1.2 协商议程的选择 从现有的研究情况看,协商议程^[24]通常分为三类:分散、同时、顺序。分散议程是指协商的多个问题分开同时协商(可以看作 n 个序对,每个序对代表一个问题,每次提出的协商提议都是 n 个序对),同时是指多个问题同时协商(把 n 个问题看作一个整体),而顺序协商是指 n 个问题一个接一个地顺序协商,也就是分布协商。这个方面的典型研究是 Rubinstein 和 Stahl 的议价模型

2.2 合作环境的协商

合作环境中的“合作”概念并不是指协商双方是完全合作的,而是指能够在信息比较完整的情况下进行协商,所以有的研究人员也把它们称为完全信息协商。这个方面的研究主要以 Nash 的对策论为基础,应用大量的 Nash 公理,同时所提出的协商方法应该是满足“Pareto 最优”的。这个部分将重点介绍公平协商。

公平协商是合作环境中比较有代表性的一类,“公平”的概念主要是指在协商双方之间进行合理公平的分配。一般分为两个部分,第一步是要确定整个协商过程的收益,第二步是在进行“公平”的收益再分配。这个方法最早是由 Knaster 和 Setinhaus 在研究拍卖过程中提出的^[25],其过程非常简单,首先将所有协商中的有利因素和收益全部给赢家,然后再在协商参与方之中进行金钱上的分配。Bramw 和 Taylor 在文[26]中介绍了另外一种公平分配过程,称之为“调整胜方”,在这个过程中,各个协商问题的收益都先分配给在第一轮提议中最占优势的那些 Agent,然后再通过金钱的方式交换,协调。Knaster 在文[25]中指出这种方法可能效率很差,并且对其进行了改进,同时比较了这种方法与分步协商和同步协商的效率差异。目前,公平协商的研究刚刚起步,还亟待进一步研究发展。

3 人工智能中的双边多问题自治协商

经济学对协商研究的目的是寻找最优的协商机制和平衡的协商策略。在非合作环境,研究往往集中去进行严格的协商模型化,分析改进协商对策,选择合适协商方式,安排合理的协商议程;在合作环境,代表性的研究者 Nash 和其他人有着重于公理的研究,任何一种协商方法都试图满足这些公理并且达到 Pareto 最优。但不管那种情况,在现实环境中的应用都是有限的。因此近几年,人工智能方面的研究逐渐增多,并且取得了不小的成就。

人工智能研究人员多于双边多问题的研究主要在于设计合理的自动协商模型和好的协商机制代理,利用具有智能特点的 Agent 进行自多问题动协商,尽管协商结果不一定是最好的,但是它对于协商方法的自治化和协商的应用带来了巨大的影响。目前主要研究工作,是从协商框架、协商权衡机制和协商搜索方法三个方面进行分析的。

3.1 协商框架

协商框架是设计协商 Agent 的基础工作,其重要性不言而喻,目前的主要的研究有这样的一些:

1) Fatima 等人提出基于协商议程的框架^[5~7]。在这个协商框架中,Agent 可以提出针对一个问题的协商独立提议,也可以提出有关几个协商问题的组合提议,同样在进行决策的时候也可以独立决策或组合决策。例如:如果在协商环境中有两个提议 x_1 和 x_2 ,同时 Agent 针对这两个问题也可以有分别的策略 s_1 和 s_2 来决定反提议或者接受,如果其中有一个提议接受了,那么协商仍将继续。这个框架也意味着其中的效用函数在正常情况下应该是线性增加的。

2) Sycara 等人是基于实例推理方法进行协商框架的研究^[8~10]。每一次的协商 Agent 都会从几个方面(比如:协商问题、协商对手、协商背景等)分析之间相似的协商实例,从中进行学习,再确定当前的协商策略和协商框架。他们把这种协商方法主要应用于劳工管理的协商环境中,并且将时间因素加以考虑。这种方法在有专家指导的现实环境有着较好的应用实践。Sycara 等人还在此基础上提出了协商中的劝诱机制^[11],期望通过协商策略中的诱惑因素对协商策略的影响,吸引另外一方更趋向于接受当前的协商提议。

3) Luo 等人^[12]研究出了一种应用于商务环境的基于模糊约束的多问题自治协商框架。在这个框架中,协商最初由买方针对协商中的多个问题定义一个模糊约束集,并且按照优先级从高到低依次提交给卖方;卖方在收到后,可以进行这样的选择,要么在约束范围内给出提议,要么提出要求买方放宽约束条件;买方再根据卖方回复,选择接受或者拒绝提议,或者放宽约束条件,还可以选择协商失败。研究者认为在这种方法下,即使不给出 Agent 的效用函数,也可以在 Agent 之间达成具有较好收益的协商结果。

3.2 协商权衡机制

在协商过程中,协商 Agent 常常会遇到需要权衡让步的情况,权衡的前提是希望达到“双赢”的目标。Faratin 等人在文[13]中提出了一种基于相似度原则的权衡折衷方法。每次当 Agent 需要提出新的协商提议时,新的提议要尽量保持上一轮提议的效用值,可以在无差异集合中选择新的提议,无差异集合定义如下:

$$iso_{\theta}(V) = \{x | V^*(x) = \theta\}$$

其中 x 表示新的协商提议, θ 表示当前效用值, V^* 表示效用函数, iso 表示无差异集合。

在选择新的协商提议时,模糊相似度方法用于选择“最相似”的提议,定义如下:

$$trade-off_{\theta}(x, y) = \operatorname{argmax}_{x \in iso_{\theta}(V)} \{sim(x, y)\}$$

$$Sim(x, y) = \sum_j w_j Sim_j(x, y)$$

$$Sim_j(x, y) = \Lambda(h_j(x) \leftrightarrow h_j(y))$$

其中, y 表示协商对手的最新提议, w_j 表示问题 j 的权重, $Sim_j(x, y)$ 表示问题 j 在两个协商提议中的相似度, $h_j(\cdot)$ 表示启发式比较规则。通过实验分析这种方法有助于 Agent 之间达到更为满意的共识,同时协商结果也更容易满足或者接近 Pareto 优化条件。

3.3 协商空间搜索方法

除了前面介绍的模糊规则方法,许多研究者还利用计算原理提出了其他的方法。

1) Klein 等人基于随机搜索方法来对复杂的合同进行协商,在协商过程中引入协调 Agent (mediator) 角色。协商过程中,协调 Agent 产生一个提议,同时发给协商双方,由他们决定是否接受。如果双方都接受,则协商结束;如果有任何一方

反对,则协调 Agent 选择最接近当前效用的可替换协商提议继续请求协商的意见。这个过程一直持续到没有更好的协商提议,或者协商时间终止。在论文中,Klein 定义了两类协商方:一类为爬山者,另一类为模拟退火者。爬山者在协商过程中比较简单,只要当前协调者给出的提议好于上一次协商共识就接受,而模拟退火者的协商过程复杂些,他通过蒙特卡洛学习法计算概率来确定是否接受当前的协商提议。通过实例,可以发现这些方法都是收敛的,当协商双方都是模拟退火者的时候协商结果要好于协商双方都是爬山者的情况。如果在协商过程中,一个模仿爬山者,一个模仿模拟退火者,则协商结果可能有利于爬山者,而爬山者在这种情况下所获得的效益还要好于双方都是模拟退火者的情况。因此,这种方法有点类似于囚徒困境问题。Klein 在研究过程中也采用了相应的方法,在协调 Agent 的帮助下避免陷入困境。

2) Tesauro 和 Li 基于贝叶斯规则研究协商中的搜索方法^[15,16]。他们在研究中假设协商 Agent 预先都知道对方的效用函数,协商过程中需要退让时,将会利用深度受限的组合搜索方法和已有的协商信息改进协商提议;当有需要时,则利用贝叶斯规则改进协商信息。

4 协商的其它相关技术

4.1 基于偏好的决策

无论是从经济学角度还是从人工智能角度,在前面介绍的方法中都会关注一个共同的问题,就是通过效用函数找到协商双方的偏好。近几年,有关这个领域的研究也非常活跃,并且主要是基于决策理论。

Keeney 和 Raiffa 是最先开始研究偏好问题的^[17],他们给出了一个较为简单的线性组合法,用于计算各种不同偏好影响下的效用值,定义如下:

$$v(x_1, \dots, x_n) = \sum \lambda_i v_i(x_i)$$

其中 λ_i 和 $v_i(x_i)$ 分别表示协商问题 i 的权重和效用函数,整个协商过程可以描述如下:

第一步:定义协商每一问题的取值范围和效用函数,如: $x_i \in [x_i^0, x_i^1]$, and $v_i(x_i) \in [0, 1]$

第二步:获取协商每一个问题的效用函数 $v_i(x_i)$,过程如下:

2-1: 找到 $[x_i^0, x_i^1]$ 的中间值,记为 $x_i^{0.5}$,其中要满足 $v_i(x_i^{0.5}) = 0.5$

2-2: 在分别找到 $[x_i^0, x_i^{0.5}]$ 和 $[x_i^{0.5}, x_i^1]$ 的中间值 $x_i^{0.75}$ 和 $x_i^{0.25}$ 。

2-3: 检查效用计算的一致性,确认上述五个值中 $x_i^{0.5}$ 为中间值。

重复这个过程,直到取值范围达到阈值的范围。

第三步:确定权值 λ_i : 选取没有显著差异的协商问题组合,通过解线性方程确定各个协商问题的权值。例如:如果认为 $(x_1^i, \dots, x_n^i) \sim (x_1^j, \dots, x_n^j)$ 没有显著性差异,则应该满足下列条件: $\sum \lambda_i v_i(x_i^i) = \sum \lambda_j v_j(x_j^j)$, 确定若干这样的线性关系方程式,然后通过解线性组合,就可以获得各个协商问题的权值 λ_i 。

另外,比较传统的偏好确定方法是 Satty 提出的解析层次过程 (Analytic Hierarchy Process, AHP)^[18]。在这个方法中,主要是利用 $M * N$ 的 AHP 决策矩阵进行协商提议的选择,其中 M 表示可供选择的方案, N 表示不同的方法。通过矩阵之间的比较,可以获取较好的权值和选择标准。

近几年来,还有一些计算机辅助软件和相关网站帮助 A-

gent 获取协商方的偏好,大部分的方法都是基于学习和其他相关的人工智能方法,例如:约束满足方法^[19],知识表示和获取方法^[20],面向性质的方法,面向需要的方法^[21]和聚类,匹配和提炼方法^[22]。

4.2 多原则决策

多原则决策 (Multi-criteria-decision-making, MCDM)^[23] 也可以叫做多目标优化。这个理论在近年来得到越来越多的关注,同时也在多个领域得到应用。MCDM 方法的主要目标是寻找满足多个目标的方法,其数学形式如下:

$$\min F(x) = (f_1(x), \dots, f_n(x))^T, (x_1, \dots, x_m) \in S$$

其中, $f_1(x), \dots, f_n(x)$ 是 n 个问题的目标函数, $x = (x_1, \dots, x_m)$ 是决策变量, S 表示决策空间。

“Pareto 最优”的概念在 MCDM 问题中同样适用,如果一个策略 x 在决策空间是“Pareto 最优”,是指在 S 中没有其他的策略 y , 满足下列条件:

$$\forall i \in [1, n]: f_i(y) \leq f_i(x) \text{ and } \exists j \in [1, n]: f_j(y) < f_j(x)$$

MCDM 中的最后结果一般都是从“Pareto 最优”集合中选择的,因此它应该是最优的,但是并不是这个集合中的所有策略都是最后结果,这是因为 Agent 的目标选择与问题偏好相关。通常情况下, MCDM 中有两个问题需要解决: 1) 怎样设计优化方法? 2) 怎样运用优化方法和 Agent 的偏好设计协商流程?

优化方法可以分为衍生方法和非衍生方法两大类。研究人员一般采用后者,因为非衍生方法更适用于现实世界的应用。目前常用的方法有这样一些: 模拟退火法、随机搜索法、遗传算法、禁忌搜索和复杂/简单法。

在运用 MCDM 方法的时候,通常会考虑四种类型的流程:

1) 单纯协商: 在协商过程中,完全不考虑 Agent 的偏好;

2) 单一协商: 在协商过程中, Agent 把多个不同目标或者问题的偏好,整合成一个偏好考虑;

3) 偏好协商: 在协商过程中, Agent 同时考虑不同目标或者问题的偏好对优化协商策略的影响,并且不断据此修改协商策略空间;

4) 滞后协商: 在协商过程中,每次都满足“Pareto 最优”的策略提供给 Agent,让他自己决策。

根据不同的情况,选择合适的协商流程是比较重要的问题。

结论和未来的工作 文本我们对双边多问题自治协商的研究方法、研究手段和研究现状从经济学和人工智能两个角度进行了分析和讨论,给出了现在双边多问题自治协商理论研究发展的现状。从分析中,我们可以看到未来对协商问题的研究仍然具有广阔的前景。协商研究的主要趋势是如何使得协商策略更为有效和如何设计满足“Pareto 最优”的协商机制以达到“双赢”的目标。

目前,在双边多问题自治协商领域,还有这样一些有挑战性的问题值得进一步研究:

1) 协商过程中信息的获取。协商过程中获取信息的多少直接影响协商策略选择和协商提议。大部分应用情况都不可能获得较为完整的信息,因此未来的协商研究工作应该着重于不完全信息中的协商策略设计。同时,如何获取更多有用的信息和在已知的信息中提取更多有用的知识也是未来研究的热点。

2) 协商协议。目前大部分的协商系统,往往提供“两者选一”的协商协议,也就是说协商过程是协商双方各给出一个协商提议,要么在提议中选择一个,要么协商失败。但是这种协

商协议的最大缺点是协商各方不能根据目前情况调整自己的协商策略和协商提议,更好地达到协商共识。所以目前协商的趋势是如何制定合理的协商协议实现多轮协商过程,同时也可以更好地应用于现实环境。

3) 个性化服务协商:自治协商的优势就在于提供了可以根据协商方的不同个性,制定不同的协商策略,因此在协商过程中如何获取个性心理因素,如何设计不同心理特征下的协商机制也是目前研究的趋势。

4) 协商中交互语义:自治协商仍然是一个双向交流过程,Agent在协商过程中模拟一些现实应用的行为模式更有助于自治协商的发展。语义网和网格计算等研究热点同样可以在协商中起到不小的作用。

5) 协商中的交互方式:这个问题看起来似乎比较简单,但是目前这方面的研究比较缺乏。自治协商对于现实生活中交互方法的模拟和发展仍然有着巨大的研究空间,特别是在双边协商的模拟情境中。

6) 协商中的信任度问题:协商的交互,信息交换等过程都要依赖于信息度,同时这个因素也直接影响信息的可信度。因此,如何让自己的Agent的信任度提高,同时如何辨别协商对手的信任度,也是近两年的研究热点,并且将具有广阔的应用前景。

以上列出的仅仅是双边多问题自治协商的一些有挑战性问题,不仅如此,自治协商的总体发展趋势就是:个性化、智能化、动态化、高效化。

参考文献

- 1 Raiffa H. The Art and Science of Negotiation. Harvard University Press, Cambridge, MA, 1982
- 2 Chen M K. Agenda in Multi-Issue Bargaining: [when to Sweat the Small Stuff Technical Report]. Harvard Department of Economics, Cambridge, Nov. 2002
- 3 In Y, Serrano R. Agenda Restrictions in Multi-Issue Bargaining. Journal of Economic Behavior and Organization, 2004, 53: 385~399
- 4 Weinberger C J. Selective Acceptance and Inefficiency in a Two-Issue Complete Information Bargaining Game. Games and Economic Behavior, 2000, 31: 262~293
- 5 Fatima S S, Wooldridge M J, Jennings N R. An Agenda-Based Framework for Multi-Issue Negotiation. Artificial Intelligence Journal, 2004, 152: 1~45
- 6 Fatima S S, Wooldridge M, Jennings N R. Optimal agendas for multi-issue negotiation. In: Proc 2nd Int. Joint Conf. on Autonomous Agents and Multi-Agent Systems, Melbourne, Australia, 2003. 129~136
- 7 Fatima S S, Wooldridge M J, Jennings N R. Multi-issue negotiation under time constraints. In: Proc. 1st Intl. Joint Conf. on Autonomous Agents and Multi-Agent Systems, Bologna, Italy, 2002. 143~150
- 8 Sycara K. Negotiation Planning: an AI Approach. European Journal of Operational Research, North Holland, 1990, 46: 216~234
- 9 Sycara K. Utility Theory in Conflict Resolution. Annals of Operations Research, 1988, 12: 65~84
- 10 Sycara K. Problem Restructuring in Negotiation. Management Science, 1991, 37(10)
- 11 Sycara K. Persuasive Argumentation in Negotiation. Theory and Decision, 1990, 28(3): 203~242
- 12 Luo Xudong, Jennings N R, Shadbolt N, et al. A fuzzy constraint based model for bilateral, multi-issue negotiations in semi-competitive environments. Artificial Intelligence Journal, 2003, 148(1-2): 53~102
- 13 Faratin P, Sierra C, Jennings N R. Using similarity criteria to Make Negotiation Trade-Offs. In: the Proc. of the 4th Intl. Conf. on Multi-Agent Systems, Boston: USA, 2000. 119~126
- 14 Klein M, Faratin P, Sayama H, Bar-Yam Y. Negotiation Complex Contracts. MIT Sloan Working Paper No. 4196-01, 2001
- 15 Teasuro G. Efficient Search Techniques for Multi-Attribute Bilateral Negotiation Strategies. In: Proc. of the 3rd Intl. Symposium on Electronic Commerce, IEEE Computer Society, 2002. 30~36
- 16 Li C, Teasuro G. A Strategic Decision Model for Multi-attribute Bilateral Negotiation with Alternating Offers. In: ACM Conf. on Electronic Commerce 2003. 208~209
- 17 Keeney R L, Raiffa H. Decisions with Multiple Objectives: Preferences and Value Tradeoffs. Cambridge University Press, 1976
- 18 Satty T L. The Analytic Hierarchical Process. McGraw-Hill International, New York, USA, 1980
- 19 Linden G, Hanks S, Lesh N. Interactive Assessment of User Preference Models: The Automated Travel Assistant. In: Proc. of User Modeling '97, 1997
- 20 Shearin S, Lieberman H. Intelligent Profiling by Example. In: Proc. of the Conf. of Intelligence User Interfaces. ACM Press, 2001
- 21 Stolze M, Nart F. Well-Integrated Needs-Oriented Recommender Components Regarded as Helpful. CHI Extended Abstracts, 2004
- 22 Ha V, Haddawy P. Toward Case-Based Preference Elicitation: Similarity Measures on Preference Structures. In: Proc. of the Uncertainty in Artificial Intelligence Conf. 1998. 79~88
- 23 Ehrgott M. Multicriteria Optimization. Berlin: Springer-Verlag, 2000
- 24 Inderst R. Multi-issue Bargaining with Endogenous Agenda. Games and Economic Behavior, 2000, 30: 64~82
- 25 Raith M G. Fair-Negotiation Procedures. Mathematical Social Sciences, 2000, 39(3): 303~322
- 26 Brams S J, Taylor A D. Fair Division from Cake-Cutting to Dispute Resolution. Cambridge, MA: Cambridge University Press, 1996

(上接第111页)

对 H. 264 的运动补偿中不同的块大小,在不同视频内容情况下进行编码性能测试,如表2所示,给出了各数字视频序列实验基本参数。实验结果表明,一个 16×16 的宏块可以分成 16×8 、 8×16 、 8×8 、 8×4 、 4×8 、 4×4 七种模式,使用全部七种分块模式可以节省平均约12.5%的比特,而用 8×8 及更大的分块模式(前四种)可以节省平均约11%的比特,用 4×4 块而带来的PSNR提高并不明显,且在一些序列中还导致了比特增加,这是因为虽然小块可以提高运动补偿的精度,尤其是在具有精细运动细节的区域,但是也会增加编、解码器的复杂度和传输运动矢量。

参考文献

- 1 Draft ITU-T Recommendation and Final Draft International Standard of Joint Video Specification (ITU-T Rec. H. 264 | ISO/IEC 14496-10 AVC). In: 7th Meeting: Pattaya, Thailand, March, 2003. 7~14
- 2 Saponara S, Blanch C, Denolf K, Bormans J. The JVT advanced video coding standard: Complexity and performance analysis on a tool-by-tool basis. 2003. <http://www.polytech.univ-nantes.fr/pv2003/papers/pv/papers/cr1008.pdf>
- 3 Halbach T, Wien M. Concepts and performance of next-generation video compression standardization. 2002. <http://www.norsig.no/norsig2002/Proceedings/papers/cr1121.pdf>
- 4 Wiegand T. Joint Video Team (JVT) of ISO/IEC MPEG and ITU-T VCEG. Geneva, Switzerland, January 29-February 1, 2002
- 5 Zhang xiao-feng. New Generation Video Coding Standard H. 264 and its Performance Analysis. Journal of Image and Graphics, 2003, 8(A)(8)