

群体支持系统中的自动主持人研究^①

李 嘉^{1,2}, 张朋柱¹, 邓莎莎^{1,3}, 原海英¹

(1. 上海交通大学安泰经济与管理学院, 上海 200052; 2. 华东理工大学商学院, 上海 200237;
3. 上海电力学院, 上海 200090)

摘要: 主持人对电子会议的成功起着至关重要的作用. 由于合格主持人的稀缺性, 以及人类主持人的固有缺陷, 使得研究和开发自动主持人成为一项具有吸引力的工作. 本研究以主意产生型任务为例, 以前人总结的主持人任务为基础, 提出了支持电子头脑风暴的自动主持人系统应该具备的功能, 并进一步用实验评估了这些功能. 用户对这些功能的评估为将来设计更加先进的自动主持人系统提供了一定的依据. 同时, 实验表明在 GSS 环境下有自动主持人支持的群体比没有自动主持人支持的群体发言更多并且能够产生更多主意.

关键词: 群体支持系统; 自动主持人; 头脑风暴; 主意产生; 外部概念支持

中图分类号: C934 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-9807(2010)12-0034-12

0 引 言

GSS 研究的文献显示主持人在一个成功的电子会议中扮演着至关重要的角色^[1]. 合格的主持人是一种稀缺而昂贵的资源, 因为主持人不仅要熟悉 GSS 系统的所有技术, 而且必须具有领域知识, 能够参与群体互动^[2]. 如果能够将主持人的工作部分自动化, 则可以减轻人类主持人的负担, 减少会议成本, 并且可能提高会议的生产力. 近年由于分布式群体研讨的兴起, 不同的研讨者在地理上分布于不同的地方, 这意味着主持人对群体研讨的调节和控制更加困难. 另一方面由于异步群体研讨方式逐渐流行, 研讨者可以选择在任何时候参与研讨, 这意味着会议主持人可能需要全天在线工作, 这对人类主持人的体能提出了新的挑战. 而解决这些问题的一个办法就是研制自动主持人系统.

但是, 目前我们对群体研讨中自动主持人的功能和机理还知之甚少. 对于不同的决策任务, 自

动主持人系统需要提供什么样功能, 这些功能能否得到实证的支持? 自动主持人能否提高群体的生产力? 作为回答这些问题的首次尝试, 本研究以主意产生型任务为例, 以前人总结的主持人任务为基础, 提出了支持电子头脑风暴的自动主持人系统应该具备的功能, 并用实验评估了这些功能. 同时, 为了对比有自动主持人支持的会议和没有自动主持人支持的会议, 本研究设计了一个实验, 从发言数量, 主意数量和主意质量三方面来检验自动主持人系统对群体研讨结果的影响.

1 文献综述

在 GSS 研究中, 群体一般都被提供了一定层次的主持人和决策引导支持^[3] (使用了明尼苏达大学 SAMM 系统进行的研究是一个例外, 这些研究大多没有提供这类支持). 决策引导被定义为主持人为了帮助一个群体而在决策会议前, 会议中和会议后所做的一系列活^[1]. 近年来, 研究

① 收稿日期: 2009-02-23 修订日期: 2010-03-31

基金项目: 国家自然科学基金重点资助项目 (70533030).

作者简介: 李 嘉 (1980-), 男, 湖南湘乡人, 讲师, 博士后. Email: jial@sjtu.edu.cn

者开始关注 GSS 环境下的主持人和决策引导。

Kwok 等^[4]的研究证实了 GSS 环境下主持人和决策引导的重要性。Limayam 和 Chebli^[5]发现引入决策引导对增强群体共识有正向作用, 同时也有利于提高群体成员感知的决策过程和决策结果。

Beise 等^[6]认为对一个成功的会议来说, 主持人是仅次于群体特性的第二重要因素。现在 GSS 研究者已经认识到, 主持人和决策引导是 GSS 成功应用的一个关键因素。主持人可以支持群体的交互过程和认知过程, 允许成员把他们的精力集中在决策过程中的实质性问题^[7], 从而帮助群体得到解决问题的最佳方案^[8]。

自动决策引导是 GSS 中的一种特殊部件, 它能够引导决策群体成功的组织和执行决策过程^[9]。与人类决策引导一样, 自动决策引导也向群体提供引导, 从而帮助群体成员达成他们的目标。一般来说自动决策引导都是智能向导, 可以监视用户的行为, 在没有用户请求的情况下就可以自主行动, 根据需要提供个性化的解释^[10]。

Silver^[11]根据目标 (targets)、形式 (forms)、方式 (modes) 和范围 (scopes) 对决策引导进行了分类。根据这一分类, Parikh 等^[12]从形式和方式两个维度考察了其中的一个子集。决策引导的形式 (forms) 有两种: 建议引导 (suggestive guidance) 和信息引导 (informative guidance)。建议引导就是直接为决策群体提出一系列可用于选择的建议, 而信息引导就是为决策群体提供一系列无偏的相关信息, 但是不给出倾向性的建议。决策引导的方式 (modes) 也有两种: 预定义引导 (predefined guidance) 和动态引导 (dynamic guidance)。在预定义引导中, 系统设计者事先准备好推荐或显示信息并将其嵌入系统中, 而在动态引导中, 系统动态生成这些推荐或显示信息。Parikh 等的研究表明四种决策引导都比没有决策引导的效果要好。其中建议引导对于提高决策质量和用户满意度最为有效, 而信息引导则对于改善用户的学习效果更为有效。动态引导在提高决策质量和改善用户的学习效果方面都比预定义引导更好。建议引导和动态引导都可以显著减少决策时间。

Edeh^[13]定义了两种引导角色 (facilitation role): 过程引导 (process facilitation) 和内容引导 (content facilitation)。其中过程引导关心会议是如

何开的, 例如主持人会把会议分成几个阶段, 严格的把认识问题同产生方案区分开来, 把方案产生同方案评价区分开来等, 又如主持人为了防止群体思维让大家注意讨论那些生僻的观点等。而内容引导则直接涉及到群体研讨的具体内容, 主持人需要关心群体的目标和所需信息, 例如主持人会直接提供和研讨相关的外部信息, 甚至直接帮助群体成员提出方案等。Boston 等^[14]在这两类引导角色的基础上又定义了两种新的引导角色: 关系引导 (relational facilitation) 和技术引导 (technical facilitation)。关系引导用来帮助管理群体成员间的关系和促进群体成员自我概念的形成。技术引导则用来帮助群体在会议中选择合适的 GSS 技术并保证群体成员能正确使用这些技术。本研究只关注过程引导和内容引导。

过程引导又可以分为对过程结构的引导 (process structuring guidance) 和对群体交互的引导 (interactional guidance)。对过程结构的引导努力确保会议按照设计的议程和步骤进行。例如, 确保一个多目标决策任务严格按照以下步骤执行: 1) 列举解决问题的所有方案; 2) 定义评价解决方案的准则; 3) 对评价准则赋予权重; 4) 根据准则评价方案; 5) 计算加权后的方案评价; 6) 选择最终方案。对群体交互的引导则努力确保群体按照设计的模式进行交互。例如, 电子头脑风暴中主持人应该确保会议发言是匿名的, 鼓励创新, 并且尽量让大家尽量少发表负面评论。在解决认知冲突型问题时, 主持人应该及时识别出群体的共识点和分歧点^[14], 引导群体成员剔除共识点, 聚焦于分歧点, 从而帮助会议高效进行。

Ansor 等^[15]考察了技术引导和过程引导对群体研讨的影响。在他们的研究中, 过程引导包括对过程结构的引导和对群体交互的引导。他们发现在 GSS 中使用这些决策引导对群体共识和会议过程有正面的影响。

Partridge^[16]也研究了对过程结构的引导和对群体交互的引导。她发现对过程结构的引导可以帮助群体成员加深对其他人的理解, 增加方案评估深度, 促进群体共识, 帮助群体成员通过研讨进行学习, 提高决策质量, 改善群体成员对决策过程和决策结果的满意度。而对群体交互的引导则对会议过程、群体满意度和会议结果都没有影响。

Dickson, Partridge和Robinson^[17]考察了技术引导和过程结构引导对GSS会议最终结果的影响.其中一些组只给了技术引导,另一些组则同时提供了技术引导和过程结构引导.研究者们发现那些只提供技术引导的组比那些同时还提供了过程结构引导的组具有更高的群体共识.提供过程结构引导的群体还报告说主持人的引导妨碍了他们在任务上取得进展.然而,Wheeler和Vaccich^[18]也做了类似的研究,得到的却是关于过程结构引导在决策结果上的正面结论.

在Limayam和Desanctis^[9]的研究中,他们使用了一个先进的群体支持系统,用“决策引导(decision guidance)”的方式为会议群体提供内容引导(content facilitation).他们发现系统提供的向导能够帮助群体更好的学习,并且能够促进群体共识.

Chalidabhongse等^[19]建造了一个智能主持人代理(intelligent facilitation agent, IFA),来帮助引导一个基于Web的在线讨论系统. IFA有一个与研讨问题相关的模型库,通过问问题的方式来引导群体交互.实验结果证明有 IFA支持的群体能够产生更多的主意,具有更高的研讨参与度,对选择的方案有更多的支持意见,出现闲聊的情况更少.

Fazlollah等^[20]认为决策支持系统应该向用户提供与决策者、决策问题和决策环境相适应的动态支持,因此他们建造了一个自适应决策支持系统(adaptive decision support system, ADSS)并提出了其系统架构.在ADSS中,仍然是决策者控制整个决策过程.但是系统会监视会议过程,提供与当前情况相匹配的支持.这个新的架构从传统的DSS架构演化而来,并且包含一个“自适应”模块.这个“自适应”模块与传统的数据,模型和界面模块一起工作,为用户提供自适应的支持.

Nishimori等建造了一个outsider agent来为参与研讨的人带来新鲜的观点^[21]. Outsider agent假设参会者具有同质性并且领域知识有限,因此试图通过为参会者提供其它领域的信息从而帮助群体创新. Outsider agent实时分析研讨者的发言,并通过一个联想辞典(associative dictionary)将发言关键词转化为其他领域的关键词,最后从文献库中检索与转化后的关键词相匹配的文本信息.

Nishimori等用实验证明,这个系统可以抽取中等质量的具有潜在相关性的信息.近年来,日本的智

能信息处理和A学者在人机交互方面充分利用了不断涌现的信息与通信先进技术,强调帮助用户感知并意识到可能对其工作或者问题解决有用的信息(问题的解答、线索等等,相当于awareness),从而实现“推送”式的帮助,其研究更多进入了普适计算(ubiquitous computing)的方向.

国内方面,唐锡晋等研究开发了一个辅助群体思考的分布式计算机平台“群体研讨环境”(group argument environment, GAE)^[22-24].通过GAE支持研讨过程,群体成员可能达成一定共识(common grounds)进而创造出新的知识,甚至智慧,并为个人所理解,吸收,激发新一轮创造性思维,如此往复. GAE可视为一种群体支持系统(group support systems, GSS)或者创造力支持系统(creativity support systems, CSS),也是综合集成研讨厅体系(hall for workshop of meta synthetic engineering, HWMSE)^[25-27]雏型的一部分,其设计上注重体现“人机结合,以人为本”的理念思路,主要围绕对获取的研讨信息的深入加工处理. GAE除了通过GAE-BAR(智暴研讨室), AIS-GAE(增强信息支持工具)和GAE-View(思想视图)等系列工具提供了多种功能外,还通过虚拟引导员(facilitator agent)干预研讨进程,力求影响参与成员贡献更多的思想,提高会议产出^[24].研讨过程中面对冷场,不是由真实的主持人直接呼吁发言,而通过facilitator agent探测到研讨停滞的情况,根据已有发言内容,按一定策略构造并提交新发言,期望唤起成员的响应,引导研讨走出停滞,此即体现了一种软控制的思想,是一种自主计算的问题求解模式.

从目前的研究来看,对群体提供过程引导的研究较多,而提供内容引导的研究较少. Eden认为GSS会议中的过程引导和内容主持都是非常重要的,对于一次成功的会议来说两者缺一不可^[13].如果能够将过程引导和内容引导结合起来,必定会大有裨益.另外,前人对自动主持人和自动决策引导的研究都局限在一个非常特殊的实验室问题里,研究中所用的系统通常是特定的实验室问题所设计的,因此这些系统的通用性较差.本研究试图将过程引导和内容引导结合起来,设计解决主意产生型任务较为通用的自动主持人系统.

2 支持电子头脑风暴自动主持人的功能

Crawson等^[28]定义了 16 种 GSS 环境下主持

人的任务. 以这 16 项主持人任务为基础, 本研究根据主意产生型任务的特点和目前的技术水平, 提出了适合电子头脑风暴的自动主持人任务并总结在表 1 中.

表 1 支持主意产生型任务自动主持人的功能

Table 1 Automated facilitation functions supporting idea generation task

Crawson 提出的主持人任务	对应的自动主持人功能	过程 / 内容引导
设计会议过程并让用户理解会议过程	显示离会议结束还有多久	过程引导
让群体聚焦在任务导向的问题上	发现并制止闲聊	过程引导
寻找并询问合适的问题	识别出冷僻的主意, 提醒大家讨论这些主意	过程引导
鼓励并支持多样的观点	赞扬发言较多的人, 鼓励发言较少的人多发言	过程引导
管理冲突和消极情绪	提醒发表批评意见较多的人, 不要给予太多的负面评论	过程引导
向用户提供相关信息	向用户提供外部概念支持	内容引导

2.1 显示会议剩余时间

过去的经验表明, 很多群体在实验中忘记了会议时间的限制, 因此他们的讨论在会议结束前可能没有来得及讨论全部问题, 这些群体的决策效果就会比较差. 显示会议剩余时间就是为了帮助群体成员了解会议议程, 更加合理的把握和安排会议时间.

2.2 发现并制止闲聊

为了让群体成员聚焦在与任务导向有关的问题上, 发现闲聊并及时制止是主持人的一个工作. 在任务导向型的群体研讨中, 群体只应该讨论和任务有关的话题. 这样可以根据任务主题建造一个技术词汇 (technique term) 表, 如果研讨内容是和任务主题相关的话, 发言中应该经常出现这些技术词汇. 如果较长一段时间内大家的发言都没有包含任何技术词汇, 则认为检测到了一次闲聊, 这个时候自动主持人就应当提示大家停止闲聊, 回到和任务相关的讨论中去.

2.3 识别冷僻的主意

Lamm 和 Trommsdorff 认为头脑风暴的群体常常遭受认知惯性的困扰, 即群体研讨常常集中在问题的某一部分, 而没有覆盖问题的所有方面^[29]. 一般来说研讨任务都具有一定的结构性, 可以分成几个子任务 (subcategory) 来讨论. 当群体交互的时候, 成员一般都有意识或无意识的受到群体行为规范的影响, 而这些群体的行为规范可能会限制个人的行为^[30]. 这些行为规范中典型

的一个就是所谓的“不更换主题”^[29]. 也就是说, 大家不愿意更换当前讨论的主题, 这样定期切换到其他主题来产生新主意的做法就变得不受大家欢迎. 于是就会出现一些冷僻的主意, 即有人提出这个观点, 却很少有人讨论这个观点. 这些冷僻的观点可能具有宝贵的价值, 但是因为认知惯性的原因, 大家没有对这些观点进行充分讨论. 因此提醒群体成员注意这些冷僻的观点, 可能是提高群体生产力的一个途径.

为了识别冷僻的主意, 本研究引用关注水平^[31]的概念. 所谓关注水平, 就是一个观点当前被充分讨论的程度. 由于本研究所使用的群体支持系统以树状结构将发言组织起来, 群体在时刻 t 对主意 ϵ 的关注水平是它在研讨树中所有子孙节点的发言人的权重之和, 可以用 $F(\epsilon, t)$ 来表示 (具体计算方法参见文献^[31]). 对于一个特定群体和特定任务而言, 当 $F(\epsilon, t)$ 小于一个阈值 F_0 时, 就认为 ϵ 在时刻 t 是一个冷僻的观点, 这时自动主持人就会提醒大家关注观点 ϵ , 希望大家对 ϵ 进行进一步的讨论.

2.4 鼓励发言

主持人的另一项任务就是为研讨创造开放和积极的气氛, 鼓励发言和创新. 通过统计一段时间内各用户的发言数, 可以得到发言较多和发言较少的人. 对于那些发言较多的人, 系统会定时给予赞扬. 如果用户在一段时间内的发言低于一个阈值, 则提醒该用户应该多发言.

2.5 抑制负面评论

电子头脑风暴的目的是产生尽可能多的主意,因此这个阶段一般要抑制负面评论,防止群体成员因为害怕自己的观点受到攻击和嘲笑而不愿发表意见.这样主持人应当监视会议的进行,如果讨论中频繁出现批评观点,则应该提醒发言者减少负面评论,尽量把这些负面评论留到方案选择阶段中进行讨论.

2.6 提供外部概念支持

为群体提供外部概念支持属于内容引导的范畴,其目的是帮助群体产生更多更好的主意.在电子会议中,为群体提供外部信息支持有两种方式:外部文档支持和外部概念支持.外部文档支持一般多用于异步会议的环境下^[32-33],因为参与者有足够的时间来阅读这些冗长的文档.在同步会议的情况下,决策者们通常都有时间压力,他们要把有限的精力用于交流,思考和信息获取^[2].这样阅读外部文档就会花去很多时间,这无疑加重了决策者的认知负担,降低了决策效率.因此,外部文档支持被认为会降低同步会议的效率.而外部概念支持对于同步会议则显得更有潜力.研究发现,电子会议中的绝大多数发言都可以用简单的概念(字或词)来表示^[34-35].虽然这些概念可能需要联系当前的研讨环境才能理解它们的意思,但是这已经为决策者提供了足够的信息,而且由于外部概念支持用很少短的篇幅承载了大量的信息,因此可以避免信息过载的问题.所以,外部概念支持被认为是同步会议中一种比较理想的提供外部信息的方式.

在 GSS 系统中,外部概念支持以一个概念提示面板 (concept hint panel) 的形式出现.这个面板可以向用户显示外部概念.每次当用户发言时,系统就会分析发言并尝试在概念空间中寻找与之相关的概念.如果发现了相关概念,就会把这些概念显示到面板中.概念提示面板位于整个界面的右下角,占据了整个屏幕大约 15% 左右的面积,用户在研讨的整个过程都可以看见这个面板.本研究中一次外部概念支持提供 5 个概念,因为根据 Miller^[36],人们的短期记忆中只能记住大约 7 个东西.一次提供太多的概念会导致信息过载,而太少的概念又会导致效率低下.

3 系统实现

自动主持人系统的体系结构如图 1 所示.该系统主要由三部分组成:发言实时分析模块,专家系统模块和会议干涉模块.其中专家系统处于核心地位,实现从研讨势态到干涉动作的映射.本研究采用 Jess (Java Expert System Shell) 来实现这个专家系统 (<http://www.jessrules.com/>).

发言实时分析模块对用户发言进行实时分析,并更新事实库中的直接事实.每一次事实库被更新后,都会触发推理机工作.推理机将事实库中的事实与规则库中的规则进行匹配,如果匹配成功则更新事实库中的间接事实,并可能进一步触发会议干涉模块作出适当的干涉动作.

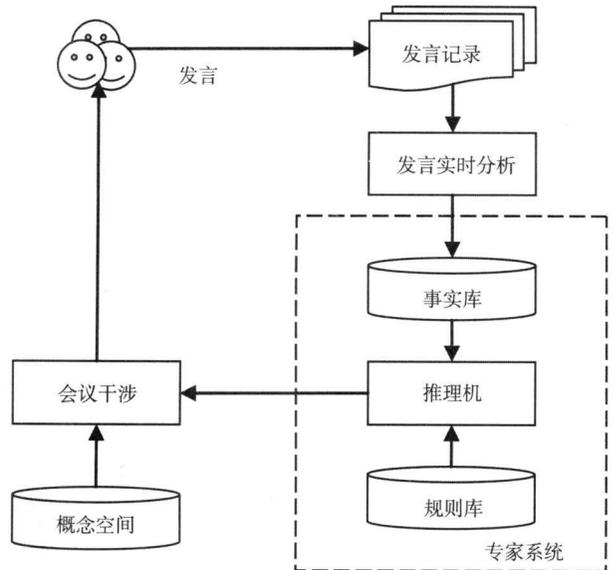


图 1 自动主持人系统体系结构

Fig 1 Architecture of automated facilitation system

3.1 发言实时分析

发言实时分析模块直接解析用户发言,并更新事实库中对应的事实.事实库中事实的结构是用 Jess 的 deftemplate 函数事先定义好的.例如,下面定义了事实库中用户发言的结构:

```
(deftemplate comment (slot user id) (slot parent node) (slot content) (slot attitude) (slot time stamp) (slot no.technique.tem))
```

断言 (assert) 的方法用来向事实库中添加新事实.下面给出了一个向事实库添加用户发言的例子:

```
( assert( comment( user.id 023) ( Parent node
1345) ( content “我认为 …”) ( attitude support)
( time.stamp 2008-11-15/ 11:38:47)
( no.technique.term false) ) )
```

这个例子代表用户 023 有一条新发言. 这条发言的父节点编号是 1345 内容是“我认为 …”, 语义态度是支持, 发言时间是 2008-11-15 的 11:38:47 并且这个发言包含技术词汇.

中文处理因为其独特性, 为了提供外部概念支持, 还需要先进行分词处理, 进而识别出主成分词. 从直觉上说, 一个词的权重与它在语言中出现的频率成反比, 与它在发言中出现的次数成正比. 假设 $S = \{s_1, s_2, \dots, s_n\}$ 是用户 (原始) 发言, 通过分词和停词以后 S 变成了一个词向量 $W = \{w_1, w_2, \dots, w_m\}$ 其中 W 中的词不必是唯一的, 即 $\exists i, j, w_i = w_j, i \neq j$. 通过删除 W 中有重复的词, 可以得到词向量 $T = (\{t_1, n_1, f_1\}, \{t_2, n_2, f_2\}, \dots, \{t_k, n_k, f_k\})$, $k \leq m$ 其中 n 是词 t 出现在发言中的次数, 而 f 是词 t 在词典中出现的频次. 这样词 t 的权重可以用公式 (1) 计算

$$w_t = \frac{n}{\log f_t + 0.5} \quad (1)$$

其中, 加 0.5 是为了使函数平滑, 避免出现分母为零的现象.

如果把向量 T 按照 w_t 排序, 即 $T = (\{t_1, w_{t_1}\}, \{t_2, w_{t_2}\}, \dots, \{t_k, w_{t_k}\})$. 前 K 个权重最大的词叫做主成分词, 因为它们占了句子信息量的大部分, 可以用来代表整个句子. 假设向量 T 中共

有 N 个元素且以权重递增排列, 如果 $\frac{\sum_{i=1}^K w_{t_i}}{\sum_j w_{t_j}} > \theta$

($0 < \theta < 1$), 前 K 个词就叫做主成分词 (这里 θ 是阈值). 这样, 就可以把一个用户发言用几个主成分词表示, 并且没有损失大部分信息.

3.2 专家系统

专家系统由事实库, 规则库和推理机三部分组成. 事实库里面存放的是当前研讨的客观事实, 如参加研讨的成员, 每一个成员的发言情况, 每一个观点的关注水平等. 事实库是当前研讨势态的一个抽象, 总是与当前的研讨势态同步. 事实库中

一部分是直接事实 (直接由发言实时分析模块更新), 另一部分是间接事实 (根据直接事实和规则推理而来, 由推理机更新). 规则库里存放的是预先定义好的关于如何干涉群体会议的规则. 推理机是实施问题求解的核心执行机构, 它从事实库中的事实出发, 依据规则库中的规则得到结论并更新到事实库. 下面是用 Jess 的 `defrule` 函数定义的一个关于检测和制止闲聊的规则:

```
( defrule discuss.distractioin)
( and( no.technique.term ( i) ) ( no.technique.
term ( i-1) ) ... )
=>
( ask-for no.distractioin)
```

在这个规则中, “=>” 的左侧称为 LHS (Left Hand Side), “=>” 的右侧称为 RHS (Right Hand Side). LHS 是用于匹配的条件, RHS 则是规则被触发后执行的动作. 这个规则认为如果连续的 N 个发言都不包含技术词汇, 则认为检测到一次闲聊, 继而执行 `ask-for no.distractioin` 函数, 其作用是系统提示用户把讨论集中到与研讨相关的话题上来.

3.3 会议干涉

本研究采用文字提示的方式进行会议干涉. 根据各类干涉动作, 生成对应的自然语言, 并显示在主持人面板上. 自动主持人用一种拟人的方法与用户进行交流. 例如, 系统发现闲聊, 则显示如下的文字在主持人面板上“请大家专心讨论和任务有关的话题!”. 又如系统发现某用户最近发言很少, 则显示如下的文字在主持人面板上“XX 你的发言比较少, 要多发言哦!”.

为了提供外部概念支持, 本研究采用文献^[37]中提到的 Web 挖掘方法从互联网上得到与研讨主题相关的概念空间. 实验任务是“袋泡茶问题”^[38]的变形, 即一个袋泡茶厂商生产能力过剩, 要求研讨者为这个厂商出主意摆脱这一困境. 为了获得初始关键词, 我们让研究方向为信息检索的一个博士生和一个硕士生每人挑选了和主题相关的 20 个关键词. 合并两人的结果, 其中有 31 个不相同的关键词, 把这些关键词组合后输入商用搜索引擎 Google 对每一组返回结果取前 100

个页面, 去除冗余页面后一共得到 1 729个不同的页面. 经过分词处理后, 取出现频率最高的 300个词来构建概念空间, 这是因为一个 300个词的概念空间可以满足一个 4人群体半小时研讨的需要, 而且在计算上的成本是可以接受的. 本研究采用文献^[34]提出的方法来构建概念空间.

首先计算词 w_j 在文档 d 中的出现次数 tf_j 以及在所有 n 个文档中包含词 w_j 的文档个数 df_j 然后用公式 (2) 计算词 w_j 在文档 d 中的联合权重

$$d_j = tf_j \times \log \frac{n}{df_j} \quad (2)$$

最后用如下的非对称聚类函数产生概念空间

$$ClusterWeight(T_i, T_k) = \frac{\sum_{j=1}^n d_{jk}}{\sum_{j=1}^n d_j} \quad (3)$$

$$ClusterWeight(T_i, T_j) = \frac{\sum_{k=1}^n d_{ik}}{\sum_{k=1}^n d_k} \quad (4)$$

公式 (3) 计算从词 T_i 到词 T_k 的相似权重, 公式 (4) 计算从词 T_i 到词 T_j 的相似权重. 这里 d_j 是词 w_j 在文档 d 中的联合权重, d_k 是词 w_k 在文档 d 中的联合权重, d_{jk} 是词 w_j 和词 w_k 在文档 d 中的联合权重, d_{ik} 用公式 (5) 计算

$$d_{ik} = tf_{ik} \times \log \frac{n}{df_{ik}} \quad (5)$$

其中 tf_{ik} 代表词 w_i 和词 w_k 同时出现在文档 d 中的次数, df_{ik} 代表在所有的 n 个文档中同时包含词 w_i 和词 w_k 的文档个数.

在有了概念空间以后, 为了让外部概念支持能够激发研讨者的创新, 系统提供的概念必须既与会议主题相关, 同时对研讨者来说又是出乎意料的. 这可以通过从概念空间中检索那些相关权重最大, 同时又出乎研讨者意料的词来实现. 本研究用下述的权重机制来实现这一目的.

假设通过实时分析模块, 得到 w 是用户发言的一个主成分词, 并且 w 正好存在于概念空间中. 假设 k 是概念空间中的一个关键词, 那么从 w 到 k 的权重可以用公式 (6) 计算

$$W(k) = W_0(k) + W_1(k) \quad (6)$$

式中, $W_0(k)$ 是用 $ClusterWeight(T_i, T_k)$ 确定的概念空间中的固定权重, $W_1(k)$ 用来惩罚那些经

常提到和最近常常提到的关键词. 假设研讨从 t_1 时刻开始, 关键词 w 依次在 t_1, t_2, \dots, t_n 时刻出现. 如果当前时间是 t , 则 W_1 可以用公式 (7) 计算

$$W_1 = - \sum_{i=1}^n e^{-(t-t_i)} \quad (7)$$

这意味着如果一个关键词在研讨中出现多次, 那么 $W(k)$ 会变小; 如果一个关键词最近常常出现, 那么 $W(k)$ 也会变小. 这个权重机制用来防止一个词的出乎意料程度迅速下降, 因为总是假设如果一个词出现次数过多或者最近经常出现, 那么对用户来说就是意料之中的.

$W(k)$ 可以用来对概念空间中的概念进行排序, 排名前 N 的概念就会以外部概念支持的形式被提供给研讨群体.

4 系统评估

4.1 测量指标

4.1.1 系统功能评价

对于治疗组, 在实验后发放了调查问卷来测量用户对自动主持人系统功能的评价. 问卷包含以下问题:

1) 对显示会议剩余时间的评价. “你觉得系统提供的显示会议剩余时间的功能有用吗 (1代表完全没有用, 7代表非常有用)? 为什么?”

2) 对制止闲聊的评价. “你觉得系统提供的制止闲聊的功能有用吗 (1代表完全没有用, 7代表非常有用, 0表示系统没有提示过制止闲聊)? 为什么?”

3) 对提醒注意冷僻观点的评价. “你觉得系统提供的提醒注意冷僻观点的功能有用吗 (1代表完全没有用, 7代表非常有用, 0表示系统没有提示过注意冷僻观点)? 为什么?”

4) 对鼓励发言的评价. “你觉得系统提供的鼓励发言的功能有用吗 (1代表完全没有用, 7代表非常有用, 0表示系统没有鼓励过用户发言)? 为什么?”

5) 对抑制负面评论的评价. “你觉得系统提供的抑制负面评论的功能有用吗 (1代表完全没有用, 7代表非常有用, 0表示系统没有抑制过负面评论)? 为什么?”

6) 对外部概念支持的评价. “你觉得系统提

供的外部概念支持的功能有用吗(1代表完全没有用, 7代表非常有用, 0表示系统没有提供过外部概念支持)?为什么?”

4.1.2 效果和效率

群体的生产力可以用群体的效果和效率来测量. 这些指标来自 Nunamake 等^[39] 的研究.

效果可以用群体产生不同主意的数量和这些主意的质量来衡量. 我们让 3 位评价者各自独立的识别出各组产生的不同主意的数量(评价者间可靠性 0.853 或更高). 最终各组产生的主意数量是三位评价者给出数字的平均值. 本研究从主意的新颖程度, 可操作性和解决问题的效果三方面用 1 分到 7 分的度量(1 分代表最差, 7 分代表最好)来评价主意的质量. 让另外 3 位评价者各自独立的评价主意质量(评价者间可靠性 0.716 或更高). 最终各组主意的质量是三位评价者给出分数的评价值.

效率可以用平均每人的发言条数来衡量(也就是群体总的发言条数除以群体人数). 由于所有的发言都被存储在数据库中, 因此通过运行 SQL 语句就可以很容易统计平均每人的发言条数.

4.2 假设

根据上述的测量指标, 本研究提出了如下的三个研究假设:

H₁ GSS 会议中, 有自动主持人情况下群体成员的平均发言条数比没有自动主持人情况下群体成员的平均发言条数更多.

H₂ GSS 会议中, 有自动主持人情况下平均每个群体成员产生的主意个数比没有自动主持人情况下平均每个群体成员产生的主意个数更多.

H₃ GSS 会议中, 有自动主持人情况下群体产生主意的质量比没有自动主持人情况下群体产生主意的质量更高.

4.3 实验设计

为了评估系统并检验假设, 让 180 名学生参加了实验. 这些学生是上海两所一流大学里选修了决策支持系统课程的本科生, 这些学生的专业都是管理信息系统或者计算机科学. 在所有的参加者中, 79 人是男性, 101 人是女性. 由于缺席或机器故障原因, 12 名学生没有能够参加实验. 为了更好的刺激学生参与实验, 实验前学生被告知

会有人来评估他们的研讨结果, 并且研讨结果会影响本门课程的最后成绩. 按照随机原则, 学生每 4 人一组被分成了治疗组和控制组. 其中提供自动主持人支持的组称为治疗组, 没有提供自动主持人支持的组称为控制组. 在实验前, 老师向学生介绍议程安排和群体要讨论的任务, 并且演示了如何使用研讨系统进行研讨. 在正式实验前, 学生参与了一个热身任务的研讨, 目的是让学生了解系统的特点, 能够正确的使用软件进行研讨. 实验时间持续 30min. 实验后治疗组的学生被要求填写一张调查问卷.

4.4 结果分析

4.4.1 自动主持人系统功能评价

通过调查问卷收集了所有研讨者对自动主持人系统功能的评价. 这些评价被总结在表 2 中, 其中的用户评价是所有用户评价的平均值.

表 2 自动主持人功能的用户评价

Table 2 User evaluation for automated facilitation functions

自动主持人功能	用户评价(7分为满分)
显示会议剩余时间	6.12
制止闲聊	3.24
提醒注意冷僻观点	2.51
鼓励发言	5.17
抑制负面评论	4.32
外部概念支持	5.93

从用户评价的结果来看, 用户对现实会议剩余时间, 鼓励发言和提供外部概念支持这三项功能基本持肯定态度, 认为这三项功能能够在研讨时带给他们帮助. 而用户对于制止闲聊、提醒注意冷僻观点和抑制负面评论这三项功能的评价则较低, 认为这三项功能在研讨时带来的帮助不大. 这三项功能得到负面评价可能与他们本身是一种负面会议干涉手段有关, 也有可能是因为这三项功能在实验中没有被真正检验. 例如, 很多小组报告说没有出现闲聊的现象, 因此制止闲聊的功能在实验中可能难以得到检验.

4.4.2 效果和效率

运行独立样本 t 检验来检查假设 H₁ ~ H₃. 表 3 显示的是治疗组和控制组平均每人发言的条数. H₁ 被支持(单边 t 检验 $t = 1.735$, $P = 0.045$), 所以可以认为治疗组平均每人的发言条数比控制组平均每人的发言条数有显著提高.

表 3 有自动主持人和没有自动主持人主持情况下平均每人发言条数

Table 3 The number of comments per person with and without automated facilitator

	治疗组	控制组
组数	21	21
均值	20.05	16.38
标准差	7.92	5.60
标准误	1.73	1.22
检验 P 值		0.0455

表 4 显示的是治疗组和控制组平均每人产生的主意数。H₂ 被支持 (单边 检验 $t = 2.101$, $P = 0.021$)，所以可以认为治疗组平均每人产生的主意数比控制组平均每人产生的主意数有显著提高。

表 4 有自动主持人和没有自动主持人情况下平均每人产生的主意数

Table 4 The number of unique ideas per person with and without external concept support

	治疗组	控制组
组数	21	21
均值	3.61	2.69
标准差	1.60	1.23
标准误	0.35	0.27
检验 P 值		0.021

表 5 显示的是治疗组和控制组产生主意的质量。H₃ 没有被支持 (单边 检验 $t = 1.503$, $P = 0.0705$)，所以不能认为治疗组产生主意的质量比控制组产生主意的质量有显著提高。然而，治疗组产生主意的质量比控制组产生主意的质量略高，且 P 值非常接近 0.05，这意味着至少治疗组产生主意的质量同控制组产生主意的质量一样好。

表 5 有自动主持人和没有自动主持人情况下产生的主意质量

Table 5 The quality of ideas with and without external concept support

	治疗组	控制组
组数	21	21
均值	4.66	4.50
标准差	0.29	0.39
标准误	0.06	0.08
检验 P 值		0.0705

5 结束语

主持人对于电子会议的成功起着至关重要的作用。由于合格主持人的稀缺性，以及人类主持人的固有缺陷，使得研究和开发自动主持人成为一项具有吸引力的工作。然而，目前我们对群体研讨中自动主持人的功能和机理还知之甚少。对于不同的决策任务，自动主持人系统需要提供什么样的功能，这些功能能否得到实证的支持？自动主持人能否提高群体的生产力？作为回答这些问题的首次尝试，本文以主意产生型任务为例，以前人总结的主持人任务为基础，提出了支持电子头脑风暴的自动主持人系统应该具备的功能，并用实验评估了这些功能。用户对这些功能的评估为将来设计更加先进的自动主持人系统提供了一定的依据。同时，实验表明在 GSS 环境下有自动主持人支持的群体比没有自动主持人支持的群体能够产生更多的发言并产生更多的主意。这说明经过适当设计和配置的自动主持人确实可以提高群体生产力。本研究使用的自动主持人系统具有一定的通用性，通过简单的数据更换就可以支持其它的主意产生型任务。本文给出的自动主持人系统体系结构和若干设计细节，都可以为将来设计类似的系统提供帮助。

下一步，应该研究支持其他类型决策任务的自动主持人系统。面对这些新的任务类型，可能需要新的自动主持人功能，同时现有的一些自动主持人功能可能不再适用。例如，在支持认知冲突型决策任务的自动主持人系统中，群体在观点上可能存在共识，也可能面临对立和冲突，自动主持人系统必须能够识别群体的共识点和分歧点^[14]，引导研讨者聚焦分歧点，同时提供与分歧点相关的外部信息。同时，抑制负面评论的功能在支持认知冲突型的自动主持人系统中可能不再适用。同时，作为内容引导的一部分，还将研究综合运用工作流程技术、信息检索技术和环境感知技术来为研讨群体提供外部文档支持。

参考文献:

- [1] Bostrom R P, Anson R, Clawson V K. Group Support Systems: New Perspectives [M]. New York: Macmillan, 1993.
- [2] Nunamaker J F, Briggs R Q, Mittleman D D, et al. Lessons from a dozen years of group support systems research: A discussion of lab and field findings [J]. Journal of Management Information Systems, 1997, 13(3): 163—207.
- [3] Miranda S M, Bostrom R P. Meeting facilitation: Process versus content interventions [J]. Journal of Management Information Systems, 1999, 15(4): 89—114.
- [4] Kwok R. Effects of group support systems and content facilitation on knowledge acquisition [J]. Journal of Management Information Systems, 2002, 19(3): 185—229.
- [5] Limayem M, Chebi A. Improving multicriteria group decision making with automated decision guidance [C] // Proceedings of the IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, Orlando, Florida, IEEE CS Press, 1997.
- [6] Beise C M, Niederman F, Beranek P M. Facilitating technology-supported group work: A new category of IS personnel [C] // Proceedings of the 1992 ACM SIGCPR Conference on Computer Personnel Research, Cincinnati, Ohio, ACM Press, 1992.
- [7] Schuman S P. What to look for in a group facilitator [J]. Quality Progress, 1996, 29(6): 69—72.
- [8] Khalifa M, Kwok R C W, Davison R. The effects of process and content facilitation restrictiveness on GSS-mediated collaborative learning [J]. Group Decision and Negotiation, 2002, 11(5): 345—361.
- [9] Limayem M, DeSanctis G. Providing decisional guidance for multicriteria decision making in groups [J]. Information Systems Research, 2000, 11(4): 386—401.
- [10] Gregor S, Benbasat J. Explanations from intelligent systems: Theoretical foundations and implications for practice [J]. Management Information Systems Quarterly, 1999, 23(1): 497—530.
- [11] Silver M. Decisional guidance for computer-based decision support [J]. Management Information Systems Quarterly, 1991, 15(1): 105—122.
- [12] Parikh M, Fazlollahi B, Verma S. The effectiveness of decisional guidance: An empirical evaluation [J]. Decision Sciences, 2001, 32(2): 303—332.
- [13] Eden C. Tackling Strategic Problems [M]. London: Sage, 1990: 48—52.
- [14] 蒋御柱, 张朋柱, 张兴学. 群体研讨支持系统中的智能可视化研究 [J]. 管理科学学报, 2009, 12(3): 1—11+43.
Jiang Yuzhu, Zhang Pengzhu, Zhang Xingxue. Research on intelligence visualization in group argument support system [J]. Journal of Management Sciences in China, 2009, 12(3): 1—11+43 (in Chinese).
- [15] Anson R, Bostrom R, Wynne B. An experiment assessing group support system and facilitator effects on meeting outcomes [J]. Management Science, 1995, 41(2): 189—208.
- [16] Partridge J E. An Empirical Investigation of Task and Interactional Facilitator Intervention in the Use of Group Decision Support Systems [D]. Minneapolis, MN: University of Minnesota, 1992.
- [17] Dickson G W, Partridge J L, Robinson L H. Exploring modes of facilitative support for GDSS technology [J]. MIS Quarterly, 1993, 17(2): 173—194.
- [18] Wheeler B C, Valacich J S. Facilitation, GSS, and training as sources of process restrictiveness and guidance for structured group decision making: An empirical assessment [J]. Information Systems Research, 1996, 7(4): 429—450.
- [19] Chalidabhongse J, Chinan W, Wechasaethon P, et al. Intelligent facilitation agent for online web-based group discussion system [C] // Proceedings of the 15th international conference on Industrial and engineering applications of artificial intelligence and expert systems: Developments in applied artificial intelligence, London, UK, Springer-Verlag Press, 2002.
- [20] Fazlollahi B, Parikh M A, Verma S. Adaptive decision support systems [J]. Decision Support Systems, 1997, 20(4): 297—315.

- [21] Nishimoto K, Sumi Y, Mase K. Toward an outsider agent for supporting a brainstorming session: an information retrieval method from a different viewpoint [J]. *Knowledge-Based Systems*, 1996, 9(6): 377—384.
- [22] 唐锡晋, 刘怡君. 从群体支持系统到创造力支持系统 [J]. *系统工程理论与实践*, 2006, 26(5): 63—71.
Tang Xijun, Liu Yijun. From group support system to creativity support system [J]. *Systems Engineering Theory & Practice*, 2006, 26(5): 63—71. (in Chinese)
- [23] 刘怡君, 唐锡晋. 一种支持协作与知识创造的“场” [J]. *管理科学学报*, 2006, 9(1): 79—85.
Liu Yijun, Tang Xijun. A field for collaboration and knowledge creation [J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2006, 9(1): 79—85. (in Chinese)
- [24] 唐锡晋, 刘怡君. 有关社会焦点问题的群体研讨实验—定性综合集成的一种实践 [J]. *系统工程理论与实践*, 2007, 27(3): 42—49.
Tang Xijun, Liu Yijun. Group argumentation and its analysis on a highlighted social event—practice of qualitative meta-synthesis [J]. *Systems Engineering Theory & Practice*, 2007, 27(3): 42—49. (in Chinese)
- [25] 戴汝为, 李耀东. 基于综合集成的研讨厅体系与系统复杂性 [J]. *复杂系统与复杂性科学*, 2004, 1(4): 1—24.
Dai Ruwei, Li Yaodong. Researches on hall for workshop of metasynthetic engineering and system complexity [J]. *Complex Systems and Complexity Science*, 2004, 1(4): 1—24. (in Chinese)
- [26] 于景元, 周晓纪. 从定性到定量综合集成方法的实现和应用 [J]. *系统工程理论与实践*, 2002, 22(10): 26—32.
Yu Jingyuan, Zhou Xiaojun. The realization and application of meta-synthesis [J]. *Systems Engineering Theory & Practice*, 2002, 22(10): 26—32. (in Chinese)
- [27] 戴汝为, 操龙兵. 综合集成研讨厅的研制 [J]. *管理科学学报*, 2002, 5(3): 10—12.
Dai Ruwei, Cao Longbing. Research of hall for workshop of metasynthetic engineering [J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2002, 5(3): 10—12. (in Chinese)
- [28] Clawson V K, Boston R P, Anson R. The role of the facilitator in computer supported meetings [J]. *Small Group Research*, 1993, 24(4): 547—565.
- [29] Lamm H, Trommsdorff G. Group versus individual performance on tasks requiring ideational proficiency (brainstorming): A review [J]. *European Journal of Social Psychology*, 1973, 3(4): 361—387.
- [30] Giddens A. *The Constitution of Society: Outline of the Theory of Structure* [M]. Berkeley, CA: University of California Press, 1984.
- [31] 谭俊峰, 张朋柱, 程少川, 等. 群体研讨中的共识分析和评价技术 [J]. *系统工程理论方法应用*, 2005, 14(1): 55—61.
Tan Junfeng, Zhang Pengzhu, Cheng Shaochuan, et al. Analyzing and identifying consensus in group argumentation [J]. *Systems Engineering Theory, Methodology, Applications*, 2005, 14(1): 55—61. (in Chinese)
- [32] Feng D H, Shaw E, Kim J, et al. An intelligent discussion bot for answering student queries in threaded discussions [C] // *Proceedings of the 11th International Conference on Intelligent User Interfaces*. Sydney, Australia: ACM Press, 2006.
- [33] Kim J, Shaw E, Ravi S, et al. Scaffolding on line discussions with past discussions: An analysis and pilot study of Pedabot [C] // *9th International Conference on Intelligent Tutoring Systems (IIS2008)*. Montreal, Canada: Springer Press, 2008.
- [34] Chen H, Hsu P, Owng R, et al. Automatic concept classification of text from electronic meetings [J]. *Communication of the ACM*, 1994, 37(10): 56—73.
- [35] Chen H. An algorithmic approach to building concept space for a scientific community [C] // *Proceedings of the Twenty-Seventh Annual Hawaii International Conference on System Science*. Wailea, HI, USA: IEEE Computer Society Press, 1994.
- [36] Miller G A. The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information [J]. *Psychological Review*, 1965, 63(2): 81—97.
- [37] Roussinov D, Zhao J L. Automatic discovery of similarity relationships through web mining [J]. *Decision Support Systems*, 2003, 35(1): 149—166.

- [38] Fellers JW. The Effect of Group Size and Computer Support on Group Idea Generation for Creativity Tasks: An Experimental Evaluation Using a Repeated Measures Design. D. B. Birmingham, Indiana: Indiana University, 1989.
- [39] Nunamaker JF, Dennis AR, Valacich JS, et al. Information technology for negotiating groups: Generating options formula gain. J. Management Science, 1991, 37(10): 1325—1346.

Research on automated facilitation in group support systems

LI Jiā², ZHANG Peng-zhū, DENG Sha-shā³, YUAN Hai-yīng

1. Antai College of Economics & Management, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200052, China

2. School of Business, East China University of Science and Technology, Shanghai 200237, China

3. Shanghai University of Electric Power, Shanghai 200090, China

Abstract Facilitator is very important to electronic meetings. Due to the scarcity of qualified facilitator and the inherent defects of human facilitator, the research and development of automated facilitator becomes an attractive task. This study figures out the functions supporting electronic brainstorming for idea generation task and tests those functions in the experiment setting. The user evaluations of those functions are valuable for the design of advanced automated facilitation in the future. Our experiment also shows that group members with automated facilitation support make more comments and produce more ideas than that without automated facilitation support.

Key words group support systems; automated facilitation; brainstorming; idea generation; external concept support

撤稿声明

我刊于 2010 年 5 月接到读者来信,称吉林大学教师朱秀梅发表有关文章涉嫌一稿多发。涉及稿件如下:

高技术企业集群式创新机理实证研究,管理科学学报,2009 12(4): 75—82

经本刊联系作者朱秀梅,其已经确认以上稿件为一稿多发,表示会深刻认识错误,并将在以后工作中汲取教训、引以为戒。

鉴于以上情况,我刊声明:《管理科学学报》撤销发表于我刊 2009 年第 4 期“高技术企业集群式创新机理实证研究”一文,公告所有读者请勿再以任何方式引用此文。

一稿多发系严重学术不端行为,学报对此行为予以强烈谴责。并自 2010 年 12 月 1 日至 2013 年 12 月 1 日三年内拒绝接收朱秀梅投稿(含合作投稿)。

今后我们将进一步加强对来稿的审查,避免类似情况的发生。同时,也恳请广大读者、作者一如既往地帮助本刊进行学术监督,一旦发现疑似相关学术不端行为,恳请及时与编辑部联系,我们将在核实的基础上,坚决查处。

特此声明!

《管理科学学报》编辑部