

DSmT理论

及其在信息融合中的应用 (文集)

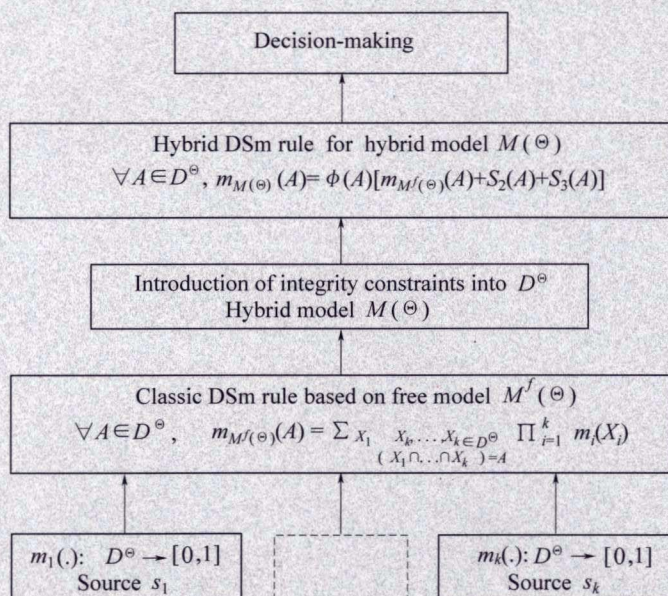
Advances and Applications of DSmT
for Information Fusion

(collected works)

[美] Florentin Smarandache

[法] Jean Dezert

黄心汉 李新德 译



本书由总装备部装备科技译著出版基金资助出

DSmT 理论 及其在信息融合中的应用 (文集)

Advances and Applications of DsmT for Information Fusion
(collected works)

[美]Florentin Smarandache [法]Jean Dezert

黄心汉 李新德 译

国防工业出版社

· 北京 ·

Preface to the Chinese Edition

During the second half of the 20th Century, several new and interesting mathematical theories aside the Theory of Probabilities have emerged in parallel with the development of computer science and technology in order to combine many types of information (fuzzy, neutrosophic, uncertain, imprecise, paradoxist, incomplete, paraconsistent, etc.) provided by different sources (human experts or artificial intelligent expert systems, sensor measurements, neural networks, economics predictions, etc.). One such theory, that permits the combination of uncertain, imprecise, and paradoxist information, has been introduced and developed since 2001 by Dr. Jean Dezert from ONERA (The French Aerospace Lab, France) and Prof. Florentin Smarandache (University of New Mexico, USA). This new theory has been called Dezert-Smarandache Theory of Plausible and Paradoxist Reasoning for Data Fusion (DSmT) and has become a mainstream theory in information fusion and it is used more and more in different fields of applications where uncertain and conflicting information processing is required for decision-making support (medicine, defense, security and surveillance, robotics, pollution prevention, etc.) as shown through the publications available in the literature and Ph. D. dissertations.

Many international conferences including the use of paradoxism in science started since 2003;

- The first one, called: "Applications of Plausible, Paradoxical and Neutrosophic Reasoning for Information Fusion", 8-11 July 2003, at Radisson Hotel, Cairns, Queensland, Australia.
- The second one: "Applications and Advances of Plausible and Paradoxical Reasoning for Data Fusion", June 28-July 1, 2004, in Stockholm, Sweden.

On 5 November 2004, Paradoxism, used in the fusion of conflicting information, was invited to and sponsored by NASA Langley Research Center, in Hampton, Virginia, USA; see the lectures;

http://www.nianet.org/ecslectureseries/smarandache_110504.php

http://www.nianet.org/ecslectureseries/dezert_110504.php.

Between 16-27 May 2005, Paradoxism, again used in the fusion of conflicting information, was presented at and sponsored by NATO Advanced Study Institute, Albena, Bulgaria;

<http://www.asibulgaria2005.com>.

We were also sponsored by Marcus Evans Inc. to present tutorials on DSMT to Spain - 2005, and Belgium - 2007.

Since 2003 until today we participated each year to the International Conferences sponsored by the International Society of Information Fusion (www.isif.org) dedicated to the Information Fusion, with papers, special sessions, and tutorials on DSMT (paradoxism used in science), organized respectively in Australia - 2003, Sweden - 2004, USA (Philadelphia - 2005, Seattle - 2009), Italy - 2006, Canada - 2007, Germany - 2008, Scotland - 2010.

Other International Conferences or Seminars on DSMT in: France (Brest, ENSIETA - 2010; Paris, COGIS - 2009 & 2006); Romania (University of Craiova & Sibiu - 2009); USA (Air Force, Dayton, Ohio - 2009; Air Force, Rome, NY - 2009; Griffiss Institute - 2009); China (Universities of Nanjing, Wuhan, Beijing, Xi'an and Hangzhou - 2009); U. K. (University of Lancaster - 2009); Indonesia (Malang & Salatiga - 2006); Slovenia (Maribor - 2005).

Some published papers and presentations at various international conferences and seminars over the world, plus three books are freely downloadable from our web site at:

<http://www.gallup.unm.edu/~smarandache/DSMT.htm>.

We want to thank again all the coauthors of this volume and all our colleagues who have manifested through their publications their strong interests in developing, improving and using DSMT in their own field of applications. We thank also researchers and students who have made interesting criticisms or have submitted to us new exciting and challenging questions which have motivated us to pur-

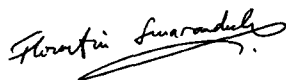
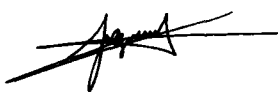
sue our research in information fusion.

We deeply thank our translators and friends, Prof. Xinhan Huang (Huazhong Univ. of Science and Technology, Wuhan, China) and Prof. Xinde Li (School of Automation, Southeast Univ., Nanjing, China) and their students: Ph. D. students Peng Li and Shangqin Mao, and master students Xiaoke Chen, Cheng Wang, Chao Wu, Ye Tian, Zengli Yang, Xuejian Wu, Luyang Wang, Jiaming Sun, and Xiaobin Jin who did work on this Chinese translation of the English edition of our manuscript, and we hope we will cooperate with them for the next DSMT volumes too.

Jean Dezert wants to express his deep gratefulness to Prof. Xinhan Huang, Xinde Li, and Xiao-Rong Li (Univ. of New Orleans, USA) for giving him the great opportunity to introduce and present for the first time DSMT in China through a series of very well-attended seminars during spring 2009 which has yielded to fruitful scientific discussions and collaborations.

This first volume presents the basis of DSMT for information fusion and it has been completed by the Volume 2 in 2006, and the Volume 3 in 2009 (in English) and available on our web site. We recommend the readers to download and read these volumes which contain the most recent advances in information fusion with applications (including new efficient rule of combination based on proportional conflict redistribution, new conditioning rules, MatLab™ codes, etc.). We also encourage all readers interested in this research field to contact us (at jdezert@gmail.com and smarand@unm.edu) if they have any questions, criticisms or comments on DSMT, or if they want to share ideas with us or bring their contribution in a next Volume.

Jean Dezert & Florentin Smarandache



Orléans, France & Gallup, USA.
September 7th, 2010

中译版序

20 世纪下半叶,为了组合由不同信息源(人类专家或人工智能专家系统,传感器测量,神经网络,经济预测等)提供的许多不同类型的信息(模糊,中智,不确定,不精确,自相矛盾,不完善,不一致等),在计算机科学技术发展的同时,与概率理论相关的一些新的和有趣的数学理论逐步形成。其中的一个理论是由法国航空航天实验室(The French Aerospace Lab, France)的 Jean Dezert 博士和美国新墨西哥大学(University of New Mexico, USA)的 Florentin Smarandache 教授自 2001 年提出和发展的组合不确定、不精确和自相矛盾信息的推理理论。这个新的理论被称为 Dezert-Smarandache 理论,该理论将似是而非和自相矛盾推理方法用于数据融合,并已在许多不同领域得到应用成为了信息融合的主流理论。在这些应用中,要求对那些不确定和相互冲突的信息进行处理(医药、国防、安全和监视、机器人、污染防治等)来实现决策支持,这些内容都可以在本书包含的相关文献和博士(学位)论文中看到。

从 2003 年开始,自相矛盾推理的使用就在许多国际会议上出现:

第一次会议是 2003 年 7 月 8 日至 11 日在澳大利亚昆士兰召开的“似是而非、自相矛盾和中智推理在信息融合中的应用”国际会议。

第二次会议是 2004 年 6 月 28 日至 7 月 1 日在瑞典斯德哥尔摩召开的“似是而非、自相矛盾和中智推理在数据融合中的应用”国际会议。

2004 年 11 月 5 日我们应邀出席了位于美国维吉尼亚汉普顿的 NASA 兰利研究中心(NASA Langley Research Center)主办的学术研讨会,作了题为“用于冲突信息融合的似是而非和自相矛盾推理”的报告。报告讲稿可在下列网站查阅:

http://www.nianet.org/ecslectureseries/smarandache_110504.php

http://www.nianet.org/ecslectureseries/dezert_110504.php

2005 年 5 月 16 日至 27 日我们出席了位于保加利亚阿尔贝纳的北大西洋公约组织高级研究所(NATO Advanced Study Institute)主办的学术研讨会,作了题为“再次用于冲突信息融合的似是而非和自相矛盾推理”的报告。报告讲稿可在下列网站查阅:

<http://www.asibulgaria2005.com>

我们还得到马库斯-埃文斯有限公司赞助,于 2005 年和 2007 年分别在西班牙

牙和比利时介绍了 DS_mT 理论。

2003 年至今,我们每年都参加由国际信息融合学会(www.isif.org)主办的国际会议,以论文、专题报告和研讨会形式报告 DS_mT(似是而非理论在自然科学中的应用)。它们分别是:2003 年在澳大利亚,2004 年在瑞典,2005 年和 2009 年分别在美国费城和西雅图,2006 年在意大利,2007 年在加拿大,2008 年在德国,2010 年在苏格兰。

其他有关 DS_mT 的国际会议或研讨会会有:法国(布雷斯特,ENSIETA-2010;巴黎,COGIS-2009 和 2006);罗马尼亚(克拉约瓦和斯比大学-2009);美国(美国空军,俄亥俄州代顿-2009;美国空军,纽约州罗马-2009;格里菲思学院-2009);中国(南京、武汉、北京、西安和杭州的几所大学-2009);英国(兰开斯特大学-2009);印度尼西亚(玛琅和萨琅提加-2006);斯洛文尼亚(马里博尔-2005)。

一些在全世界的各种国际会议和学术研讨会上发表的相关论文和介绍,以及我们的三本书都可以在我们的下列网站上免费下载:

<http://www.gallup.unm.edu/~smarandache/DSmT.htm>

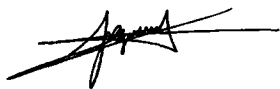
我们再次感谢本书的所有作者和所有那些通过发表论文证明在自己的研究领域对发展、改进和采用 DS_mT 有着强烈兴趣的同事们。

我们深深感谢本书的翻译者华中科技大学黄心汉教授和东南大学自动化学院李新德教授,以及参与了部分翻译工作的两位教授的学生们,他们是:博士生李鹏、毛尚勤;硕士生程小科、王成、吴超、田野、杨曾力、吴雪建、王露阳、孙家明和金晓斌等。我们也希望 DS_mT 后面几卷继续与他们进行合作。

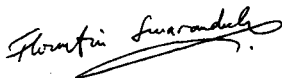
Jean Dezert 在此要向黄心汉、李新德和李晓榕(美国新奥尔良大学)3 位教授表达深切的感激之情,他们在 2009 年春天邀请我来中国,使我有机会在有很多人参加的系列讲座上首次介绍和讲解 DS_mT 理论,并进行了富有成效的学术交流与合作。

本书介绍 DS_mT 用于信息融合的基础,另有两卷分别于 2006 年和 2009 年完成(英文版),并已挂在我们的网站上,欢迎读者下载和阅读,这两卷的内容包含了信息融合应用的最新进展(包括新的基于比例冲突重新分配的组合规则、新的条件作用准则、MatLab™ 编码等)。如果你们对 DS_mT 理论有任何疑问、批评和评论,或希望将想法与我们共享,再或希望将论文编入我们的下一卷中,欢迎所有对该领域有兴趣的读者与我们联系(jdezert@gmail.com、smarand@unm.edu)。

吉恩·德泽特



弗罗仁汀·司马仁达齐



于法国奥尔良和美国盖洛普

2010 年 9 月 7 日

译者前言

2004 年当我们初次看到有关文章中出现 DS_mT 时还以为是作者的笔误(将 DST 误写成 DS_mT), 因为由 Glenn Shafer 在 1976 年提出的 Dempster-Shafer Theory(DST)经典证据理论已为我们熟知。随着对 DS_mT 的深入了解, 才发现它是由法国航空航天实验室(The French Aerospace Lab, France)的 Jean Dezert 博士和美国新墨西哥大学(University of New Mexico, USA)的 Florentin Smarandache 教授在 2001 年提出的将似是而非和自相矛盾推理方法用于数据融合的一种新的理论, 这个新的理论被称为 Dezert-Smarandache Theory(DS_mT)。该理论正如作者在本书第 1 章的引言中指出的“DS_mT 可以看作是经典的 DST 的扩展, 但是它们又存在着重要的差异。比如, DS_mT 可以处理由信度函数表示的任意类型独立信息源间的信息融合问题, 但它的重点是处理不确定、高度冲突和不精确的证据源的融合问题。DS_mT 能够不受 DST 框架的限制, 处理复杂的静态或动态融合问题, 特别是当信息源间的冲突非常大时, 或者是所考虑问题的框架中命题之间的界限模糊、不确定、不精确、很难细分时, DS_mT 便发挥了它的优势。”

这个发现使我们兴奋不已, 因为我们当时正在寻求一种信息融合的新的方法和途径, 希望能解决移动机器人的同时定位和地图创建(SLAM)问题。我们很快与 Jean Dezert 博士取得了联系, 并将上述想法与他进行了交流, 得到了他的支持与鼓励。Jean Dezert 博士表示 DS_mT 当时还没有在机器人领域应用的先例, 希望我们率先将 DS_mT 应用到机器人领域, 为丰富和发展 DS_mT 理论做出贡献。在经过一段时间的理论与实验研究准备的基础上, 我们在 2006 年向国家自然科学基金委提出“基于 DS_mT 的多源不完善信息广义融合研究”的项目申请, 并得到了国家自然科学基金的资助(项目编号: 60675028), 这更加增强了我们的信心。

通过近几年的潜心研究, 我们在基于 DS_mT 的多源不完善信息广义融合及其在移动机器人地图创建研究中取得了显著的进展和成果, 并在 2008 年再次得到国家自然科学基金的资助(项目名称“基于二元模糊语言标签的 DS_mT 不确定性推理与机器感知研究”, 项目编号: 60804063)。自 2006 年以来我们在国内外期刊和国际会议上发表了相关论文 30 多篇(大部分论文被 SCI 和 EI 收录), 并参与了由 Jean Dezert 博士和 Florentin Smarandache 教授主编的“Advances and Applications of DS_mT for Information Fusion”一书后两卷部分章节的编写(2006 出版的

第二卷第 14 章;2009 出版的第三卷第 8 章)。

2009 年 5 月我们荣幸邀请 Jean Dezert 博士访问东南大学和华中科技大学,进行了学术交流和研讨,Jean Dezert 博士为两校相关院系师生作了题为“Introduction to DSMT for Information Fusion”的专题报告,并细致地回答了师生的提问。Jean Dezert 的访问与学术报告活动为师生们提供了一次与国际知名学者进行面对面交流的机会,使大家深受鼓舞、受益匪浅,增进了对学科前沿的认识和理解。

由于 DSMT 是近年才出现的新的理论和方法,国内学者了解的人还不是很多,因此我们打算将 Jean Dezert 博士和 Florentin Smarandache 教授主编的“Advances and Applications of DSMT for Information Fusion”译成中文,以飨中国的广大读者,该项计划也列入了我们的国家自然科学基金项目中。翻译计划得到了 Jean Dezert 博士和 Florentin Smarandache 教授无保留的支持和鼓励,并专门为中译版撰写了前言,在此谨向他们表示诚挚的感谢。本书的翻译计划还得到总装备部装备科技译著出版基金的资助,得到国家自然科学基金和国防工业出版社的大力支持和帮助,在申报译著出版基金及本书的出版过程中得到国防工业出版社电子信息编辑室主任陈洁编审、中南大学蔡自兴教授、中科院合肥智能所葛运建研究员的支持和帮助。在此谨向他们表示衷心的感谢。

本书翻译工作由黄心汉和李新德完成,其中第一部分(DSMT 的进展)由李新德翻译,第二部分(DSMT 的应用)由黄心汉翻译,全书由黄心汉统稿。李鹏、毛尚勤、程小科、王成、吴超、田野、杨曾力、吴雪建、王露阳、孙家明、金晓斌等参加了部分章节的初译,在此谨向他们表示衷心感谢。囿于译者学识水平,译文错漏在所难免,我们诚挚欢迎读者批评指正。

导 言

本书旨在介绍信息融合领域中新出现的一个分支。在信息融合过程中,可能会出现信息源提供的信息不确定或者高度冲突的问题,而这个新的分支就是为了解决此问题而产生的。这个被称为 DSmT(Dezert-Smarandache Theory)的理论为我们提供了许多新的有用的组合规则。本书对 DSmT 的发展历程,即从提出到最新的研究进展,给出了详细的介绍。本书第一部分介绍 DSmT 的理论研究现状,第二部分介绍这个新理论的应用。我们希望这本关于 DSmT 的处女作,能够激发起那些工作在数据融合与人工智能领域的学者和工程技术人员兴趣。很多简单而又很有意义的例子贯穿全书。作为一个新出现的理论,DSmT 很可能非但不会消亡,反而会在几年内飞速发展。我们只是想通过本书对在信息融合处理中出现的问题给出一个新的观点,从而为它的发展开辟新的道路。

在此,我们要感谢 Laurence Hubert-Moy 教授、Anne-Laure Jousselme 博士、Shubha Kadambe 博士、Pavlina Konstantinova 博士、Albena Tchamova 博士、Hongyan Sun 博士、Samuel Corgne 博士、Frederic Dambreville 博士、Milan Daniel 博士、Denis de Brucq 教授、Mohamad Farooq 教授、Mohammad Khoshnevisan 博士、Patrick Maupin 博士、Gregoire Mercier 博士以及 Tzvetan Semerdjiev 教授。对于他们对这一版的贡献与支持,我们表示衷心的感谢。我们也鼓励那些对于信息融合领域以及 DSmT 感兴趣的读者积极投稿,我们将对有价值的稿件安排在几年后的第二版出版。本领域的研究非常有前途,而且目前非常有活力。欢迎广大读者来函来稿,批评指正。

我们还要感谢我们的同事,在过去的三年里,他们积极鼓励我们编著此书并且提出了很多宝贵意见。我们还要特别感谢 Albena Tchamova 博士和 Milan Daniel 博士对本书的仔细审阅,以及 Frederic Dambreville 博士、Anne-Laure Jousselme 博士、Branko Ristic 博士和 Philippe Smets 教授对于本书第 12 章提出的建议和修改意见,还有 Roy Streit 博士鼓励我们对 TP2 问题进行更深入的探讨。此外,我们还要感谢 Krassimir Atanassov 教授、Bassel Solaiman 和 Pierre Valin,他们对于本书给予了认真的审阅。

国际信息融合协会(ISIF)批准我们在本书第 2、3、7、13 章和 15 章中引用一些最近召开的信息融合大会的内容,对此我们同样表示深深的感谢。

Jean Dezert 对于 ONERA 中信息建模和处理部表示深深的感激,它们对于 Dezert 的研究给予了鼓励以及经济支持。Jean Dezert 同时也要感谢他的同事和朋友 Christian Musso 博士对于 DSMT 的讨论,以及感谢 Frederic Cassaing (ONERA/DOTA/CC) 博士、Christophe Peyret (ONERA/DSNA) 博士和 Jean-Philippe Ovarlez (ONERA/DEMR/TSI) 博士为此提供的 LATEX 打字装置及排版工作。此外,他还要感谢法国鲁昂大学 PSI 实验室的 Patrick Vannoorenberghe 博士,保加利亚科学院 CLPP 实验室的 Tzvetan Semerdjiev 教授,巴黎多芬大学的 Jean-Pierre Aubin 教授和 Patrick Saint-Pierre 教授,法国雷恩大学 COSTEL 实验室的 Laurence Hubert-Moy 教授,法国 Arcueil 的 CTA 实验室的 Frederic Dambreville 博士,以及曾在墨尔本大学工作而现在供职于悉尼科技大学的 Subhash Challa 教授,感谢他们在过去的几年中邀请他在 DSMT 理论研讨会作报告。

Florentin Smarandache 很感谢新墨西哥大学多次赞助他参加关于数据融合或模糊与中智逻辑的会议,通过会议他结识了很多学者,如在加州大学伯克利分校认识的 Lofti Zadeh 教授,他是一个对 DSMT 理论非常感兴趣的人。又如在瑞典,UNM 也积极地鼓励他进行该项研究。

我们想感谢所有的人。

序

科学技术的进步总是源于思维的变迁。在 1910 年,爱因斯坦为了使笛卡儿动力学的绝对时空概念与麦克斯韦的电动力学方程相协调,提出了真空中光的绝对速度。对于惯性系中的观察者来说,这种困难的解决无疑是把时间和空间看作同等的地位,这就诞生了狭义相对论。当他努力地将引力场也包括在他的理论中时,由于能量(或质量)使得时间和空间发生弯曲,通过联系局部惯性系,于是产生了广义相对论。通常情况下,新的理论的产生总是来源于对旧理论中约束条件的放宽,而这些旧的理论原本被认为是永恒不变的。现在,我们已经了解到了笛卡儿动力学(缓慢移动的目标)、狭义相对论(快速移动的目标)以及广义相对论(宇宙与强引力场)的适用领域。然而,广义相对论在一定情况下又能够简化为狭义相对论,而后者在日常生活中又可以进一步转化为笛卡儿动力学。从笛卡儿动力学到广义相对论的建立,这期间所付出的努力与所面临的困难是可想而知的。

在 Shafer 于 1976 年出版的经典名作中,他就进行了思维的变换。他对已经存在的贝叶斯自动推理的形式进行了改进,提出了一种新的被称为 DS 证据推理的理论。他的理论不像贝叶斯理论那样,对一个完全未知信息源的描述看成具有 $1/2$ 的可能性和 $1/2$ 的不可能性。此外,当含有多个相互排斥的元素,并且信息源只能对某些元素的概率进行肯定的描述时,那么其余的命题按等概率方式进行分配,这就是贝叶斯理论。而若应用此理论,我们必须一开始就要知道该集合(鉴别框)的所有 N 个命题,以及它们发生的相对频率。作为贝叶斯理论的替代产物,允许将未知性赋给所有其余不能再分集合的并集,这样便产生了一个新的推理理论——DST。

很明显,当我们处理 2^N 个元素的情形时,即 N 个焦元的所有子集(在并集操作之下),问题会变得更加复杂。当 Dempster 的正交和规则被用于不一致信息的组合(融合)过程时,我们见证了 DST 的诞生。信息的不一致与冲突程度显著地影响了正交和规则的归一化过程,使得 DST 应用到极端情况而出现警告信号,即信息的冲突性不应太强。因此,当多个高度冲突的信息利用 DST 进行融合时,就会产生自相矛盾,从而需要其他的方法来解决这个问题。暂且来谈一下相对论,比如,当我们利用狭义相对论来解释某些问题时会产生自相矛盾,而事实上它却是一个需要应用广义相对论才能解决的问题。所以,这时候要解决 DST 中的自相矛盾

问题(本书涉及到的都举为反例),就需要变换思维了,即放宽对鉴别框中焦元的约束限制,而这正是 DSmT 产生的基础。

本书的第一部分指出,DSmT 是通过对鉴别框的扩展提出的,即允许原来 DST(或贝叶斯理论)假定的命题之间事实上具有交集的精确定义。这里同时也指出了 DSmT 的应用条件:开始时就不可能估计我们即将要解决的问题所需的粒度,或者不能解释(由于概念的模糊而不能精确地细化它),或者当问题进展下去最终会产生一个比原始假设更好的粒度。这样就可以继续推理下去,而不是回过头来对命题进行重新扩展,并重新进行推理论证。

然而,新的理论比 DST 更复杂,因为它必须要推理出更多的情况(随着 N 的增加遵循 Dedekind 序列),这包括 N 个原始元素的所有子集(在并集和交集操作下)。不过这仍然比一个定义得非常完美的 DST(如果可能的话)所需的要少,因为后者要推理出 2^{2^N-1} 种情况。经典的 DSm 组合规则确保了系统具有良好的交换性和结合性,这种属性使得它和应用正交和规则的 DST 一样具有很大吸引力。这里的经典 DSm 规则非常简单,它相当于自由 DSm 模型,而且由于它没有涉及到冲突情形下的归一化过程,就不会表现出像 DST 在高度冲突情况下所产生的问题。然而,由于处理动态约束问题(已知某些元素不会在某一个特定的时间发生)是 DSmT 的一个应用领域,这里又提出了一种用于处理排斥性约束的混合组合规则(已知一些元素确实具有相互排斥性)。我们可以找到很多这样的具有时变信息的事例。本书的第一部分提供了很多有意义的例子,用以介绍自由 DSm 模型与基于排斥性约束和(或)非排斥性约束的混合 DSm 模型;同时,也给出了 DST 不能解决而通过 DSmT 能够解决的范例。

本书的第二部分介绍了 DSmT 在数据/信息融合中的应用,包括 TP2 问题、目标行为趋势分析问题、多目标跟踪的广义数据融合问题、Blackman 的数据融合问题、基于中智框架的态势分析问题、植被图像检测问题等。第二部分与第一部分相比,少了部分理论性,多了部分应用性。这本书的双重性质使得它很容易激发科学家或工程技术人员的兴趣。最后,非常感谢作者给了我这个审阅这本好书的机会。

Pierre Valin 教授、博士

Dept. de Physique

加拿大魁北克蒙特利尔大学

2004 年 5 月

本书介绍了由 Jean Dezert 和 Florentin Smarandache 提出的一种新的关于似是而非理论的提出、发展和应用情况,即 DSmT 理论。该理论提出了一种处理来自独立信息源的不确定、高度冲突的以及不精确数据的信息组合方法。它可以被认为是经典的 DST 证据推理的广义化,克服了 DST 的固有局限性,认同去除中间

假设命题的原理。为了克服 DST 的不足,DSmT 提出了描述、分析与组合有用信息的新的形式,它允许鉴别框中命题间存在相互矛盾。它充分考虑所研究问题的完整约束,以及问题的本质属性和粒度,适用于处理信息融合的各类模型。该理论的应用与实际的结果非常相似,完全符合人类的推理过程,同时也改善了 DST 的性能。

Krassimir Atanassov 教授、博士
索菲亚保加利亚科学院生物医学工程研究中心
保加利亚索菲亚
2004 年 5 月

科技的进步往往来源于成就、思想和经验的积累。新的思想和方法有时会遭受质疑,甚至于被拒绝,因为它违背了那些已经存在的我们认为正确的思想。而人类不会轻易地接受这种思想的变革,简而言之,这就是人类的发展史。

信息处理领域同样不例外。当我准备这篇绪言时,我清楚地记起当模糊集理论被提出时,那是一种怎样的情形。在 20 世纪 70 年代,有人说模糊逻辑是科学的鸦片。而现在我们可以看到情形发生了多大的变化,模糊集理论已经被广泛地接受并且得到了很好的应用。

信息融合科学正在颠覆我们原有的思想。事实上,这个领域向我们提出了非常重要的问题:什么是信息,什么是真正有用的信息,怎样进行信息融合,等等。在我个人看来,这个领域将科学推向了一个新的高度。在本书中,由 Florentin Smarandache 和 Jean Dezert 提出的 DSmT 就是处理信息融合的一种方法。该方法旨在构建处理特定情形下不确定或高度冲突的信息融合方法。DSmT 应该被看作是 DST 或贝叶斯理论的延伸。从技术的角度来讲,本书清楚地提出了最基本的问题,即组成鉴别框的各个命题的粒度。这本书并非只局限于理论的角度,而且介绍了很多应用实例,因此很值得一读。

在此,我非常感谢作者们原创性的贡献,并且希望这个非常有前途的领域继续发展下去。

Bassel Solaiman 教授、博士
ENST Bretagne
法国布雷斯特
2004 年 5 月

目 录

第一部分 DS_mT 的进展

第 1 章 DS _m T 介绍	2	第 4 章 混合 DS _m 模型的组合	
1.1 引言	2	规则	54
1.2 DST 简介	3	4.1 引言	54
1.3 DS _m T 的理论基础	9	4.2 关于独立证据源	55
1.4 不同组合规则的比较	17	4.3 自由 DS _m 模型的组合	
1.5 结论	26	规则	55
参考文献	28	4.4 混合 DS _m 模型的	
第 2 章 超幂集的产生	32	表示	57
2.1 引言	32	4.5 混合 DS _m 模型的组合	
2.2 超幂集 D^θ 的定义	33	规则	63
2.3 第一个超幂集的例子	33	4.6 动态融合	86
2.4 D^θ 的产生	34	4.7 混合 DS _m 模型与贝叶斯的	
2.5 结论	40	结合	93
参考文献	41	4.8 结论	94
附录:产生超幂集的 Matlab 源		参考文献	94
代码	43	第 5 章 Dempster 组合规则的	
第 3 章 超幂集的部分排序	44	反例	96
3.1 信度函数的矩阵运算		5.1 引言	96
介绍	44	5.2 第一类反例	96
3.2 矩阵运算中超幂集元素的		5.3 第二类反例	101
排序	46	5.4 第三类反例	106
3.3 结论	53	5.5 第四类反例	109
参考文献	53	5.6 结论	111
		参考文献	112

第 6 章 不精确信度融合	113
6.1 引言	113
6.2 精确信度的组合	114
6.3 集合运算	116
6.4 定义在单个子单元区间上的信度融合	119
6.5 DSm 规则在集合上的推广	125
6.6 结论	129
参考文献	129
第 7 章 广义 Pignistic 变换	131
7.1 DSm 势的简介	131
7.2 经典 Pignistic 变换 (CPT)	132
7.3 广义 Pignistic 变换 (GPT)	133
7.4 GPT 的一些例子	135
7.5 结论	138
参考文献	139
附录:三维自由 DSm 模型 GPT 的计算过程	140
第 8 章 DSmT 和贝叶斯推理的概率化逻辑	142
8.1 引言	142
8.2 信度理论模型	143
8.3 Dezert Smarandache 理论 (DSmT)	149
8.4 逻辑命题的概率	152
8.5 DSmT 的逻辑解释:一个例子	154
8.6 多模态逻辑与信息融合	156

8.7 贝叶斯推理的逻辑解释	166
8.8 结论	172
参考文献	172

第 9 章 证据源的合取和析取组合规则	174
9.1 引言	174
9.2 序言	176
9.3 由多值映射推导的 DS 组合规则	179
9.4 映射空间上概率测度的一个新组合规则	183
9.5 析取组合规则	186
9.6 合取和析取组合规则的性质	188
9.7 结论	195
参考文献	196

第 10 章 DSm 与 MinC 组合规则的比较	199
10.1 引言	199
10.2 信度组合中的冲突	200
10.3 MinC 组合规则	200
10.4 比较	206
10.5 例子	210
10.6 结论	214
参考文献	215

第 11 章 基于 Cox 基本原理的一般融合算子	217
11.1 关于不确定性	217
11.2 融合	223
11.3 t -模	225
11.4 结论	230
参考文献	232

第二部分 DSMT 的应用

第 12 章 TPTP 问题	234	14.6 仿真结果	278
12.1 引言	234	14.7 实验结果的比较	
12.2 TPTP 问题	235	分析	281
12.3 靠不住的贝叶斯推理	236	14.8 结论	283
12.4 DS 推理	242	参考文献	283
12.5 DSMT 推理	248	第 15 章 Blackman 数据关联	
12.6 结论	253	问题	285
参考文献	254	15.1 引言	285
第 13 章 运用 DSMT 预测目标的行为趋向		15.2 Blackman 数据关联	
行为趋向	256	问题	286
13.1 引言	256	15.3 问题的解	286
13.2 问题的表述	257	15.4 BAP 的 DSMT	
13.3 预测目标行为趋向的方法	258	方法	292
13.4 决策准则	261	15.5 蒙特卡罗仿真	292
13.5 仿真研究	261	15.6 结论	294
13.6 DSMT 和模糊逻辑方法的比较	263	参考文献	294
13.7 结论	264	第 16 章 情景分析的中智	
参考文献	265	框架	296
第 14 章 杂波环境中多目标跟踪的广义数据关联		16.1 引言	296
广义数据关联	266	16.2 情景分析	298
14.1 引言	266	16.3 情景分析中的不确定性	
14.2 跟踪过程的基本要素	267	来源	301
14.3 属性对 GDA 的作用	269	16.4 情景分析中的本体	
14.4 广义数据关联算法	273	原则	302
14.5 仿真实验	277	16.5 情景分析的中智	
		框架	309
		16.6 中智框架的可能域	
		语义	312
		16.7 结论	320
		参考文献	320