

灰色信息及其运算研究

金新政

(同济医学院医药信息系,湖北武汉 430030)

摘要: 本文提出了全真信息、信息的亲善性等概念,讨论了信息的有关性质及运算的关系,得到了信息的运算与普通集合运算之间存在着差异的结论,说明了引起该差异的原因.同时,以认知模式为基础,定义了信息函数,并得到了有关的命题及运算.

关键词: 灰色信息; 差异信息; 信息函数; 认知模式

中图分类号: G202 **文献标识码:** A **文章编号:** 0372-2112 (2002) 12-1797-03

Study on Grey Information and Its Computation

JIN Xin-zheng

(Medical Informatics Department of Tongji Medical College, Wuhan, Hubei 430030, China)

Abstract: The article advanced the conception of complete information and affinity of information, discussed the related properties of information and the association between the properties and computation, made a conclusion that there was a difference between computation of information and of general sets, also explained the causes of the difference. Meanwhile, the article defined the information function based on the recognition model, and assigned relative topics and their computation.

Key words: grey information; differential information; information function; recognition model

文献[1,2]对灰色信息进行了论述,为了更好地描述和认知信息,有必要进一步讨论灰色信息所具有的特性以及灰色信息的运算和关系.为此,本文提出了全真信息、空信息、信息的亲善性等有关概念,定义了信息的和、交运算和等效关系,并进行讨论,从信息的内涵上得出了信息的运算与普通集合的运算之间存在着差异的结论.从认知模式出发,由信息的目的,提出了信息函数的概念,并得到一些有关的命题.

1 灰色信息含义

所谓灰色信息(简称:灰信息)是指没有公开的、潜在的信息,或需要通过一些合法的、特定的渠道才能获取的信息.包括有:

- 不能通过常规的手段获取的信息.
- 灰色文献上的信息
- 零次信息(指可以通过交谈、讨论、报告会或者实地参观考察和举办展览、进行市场调查等方式获取的“元”信息)
- 对历史信息挖掘得到的信息.

2 灰色信息的特征与功能

灰色信息具有原始性、不稳定性、隐蔽性、离散性、获取困难、形式灵活多样、内容包罗万象等特点.

3 灰色信息的价值分析

灰色信息的价值实质上就是信息对接收系统的有用性,

具体来说,灰色信息价值是指其与接收系统的需要的关系及其在实践中所能发挥的作用.灰色信息满足接收系统的程度越高,在实践中发挥的作用越大,灰色信息的价值就越大.由于在现实生活中灰色信息的需求是远远大于其供给的,加上灰色信息的离散性和其它特性,就使得获取灰色信息要付出更多的搜寻成本.甚至于,接收系统有时只能是被动地搜集灰色信息.

4 灰色信息的定义

定义 1 认知的根据为灰信息^[1,2].

定义 2 能使被认识对象完全明了的信息称为全真信息,记为 Ω ,对被认识对象不提供任何信息的信息称为空信息,记为 Φ .

附注 1 全真信息既为信息的全体,它包括已知的、未知的、确定的、不确定的、有用的、无用的、...一切信息.对于一个灰色系统如果知道了其全真信息,就不再为灰色系统,它已白化为确定系统.

定义 3 已知的信息的全体称为全信息,记为 $\tau(\theta)$, $\tau(\theta)$ 的子集 Θ 称为信息.

附注 2 全信息的多少从某些方面反映了系统的白化程度.

定义 4 $\tau(\theta)$ 为全信息, Θ_i 为 Θ 的子信息,则称 Θ_i 为 i 方面的信息.

收稿日期:2001-09-28;修回日期:2002-05-17

基金项目:卫生部专项科研基金(No:20010015006)

Θ_i 为 i 方面的信息, 而 Θ_{ij} 是 Θ_i 的子信息, 则称 Θ_i 为第 i 层次的信息, Θ_{ij} 为第 ij 层次的信息.

附注 3 信息层次越多, 越能加深对系统的认知.

例如, 某校学生成绩, 知道平均分可以对作一般性的了解, 如果进一步知道各门功课的成绩, 那么就能更进一步了解学生.

公理 信息应具有下述性质

(1) 根据性^[1]; (2) 差异性^[1]; (3) 时效性^[1]; (4) 实证性^[1]; (5) 层次无穷性; (6) 亲善性: 任何两方面的信息之交不空; (7) 空信息的不存在性; (8) 全真信息的实际不可能性.

讨论:

(1) “某校在校生”是信息, “第 i 个系的学生”为第 i 方面的信息, “第 i 系第 j 年级的学生”为第 ij 层次的信息, “第 i 系第 j 年级第 k 班的学生”为第 ijk 层次的信息, … 信息的层次可以无穷次得具体; 反过来, 对信息也可以无穷次的抽象概括.

(2) 对事物认识的两个方面的根据即信息不可能一点关系都没有, 它们或多或少地相互提供一些信息, 因此具有亲善性.

例如, 有一个物体, 有人说是杯子, 有人说是碗, 杯子和碗就是两个信息, 它们可以相互提供一些信息是它们都有的, 比如, 都有底, 有缘, 可以盛水…等.

(3) 只要提及要认识某事物, 实际上就给出了一些信息, 至少“某事物”就是一条信息, 因此空信息具有不存在性.

(4) 全真信息是一种理想化的信息, 在灰色系统中, 它是实际不可能存在的, 即使存在也须科学技术的无限完善, 时间的无限推移, 才能对它进行全面了解, 而在实际中这是毫无意义的.

例如, 面前放着一个杯子, 它就表现了它的所有信息, 但实际上还是无法知道它的全真信息. 比如, 杯子的高测得为 10cm, 但 10cm 只是借助测量工具和一定的测量方面而得到的, 10cm 与 10.0000001cm 现在的测量仪器是无法分辨的, 再者测量工具本身具有误差, 测量时也会产生误差.

(5) 空信息、全真信息都具有(实际)不可能性, 但它们具有数学中 $-\infty$ 和 $+\infty$ 、概率论中不可能事件和必然事件同样的作用.

(6) 规定 $\Phi < \Theta < \tau(\Theta) < \Omega$.

(7) 由(2)知两条信息的交不是空信息, 这与普通集合的交运算是不相同的.

5 灰信息的运算与关系

定义 5 设 Θ_1, Θ_2 是某事物的两条灰信息.

(1) “ Θ_1, Θ_2 中的所有信息”称为 Θ_1 与 Θ_2 的和(并)信息, 记为 $\Theta_1 \cup \Theta_2$;

(2) “ Θ_1, Θ_2 中可以相互替代的那一部分信息”称为 Θ_1 与 Θ_2 的积(交)信息, 记为 $\Theta_1 \cap \Theta_2$ 或 $\Theta_1 \Theta_2$;

(3) 如果 Θ_1 中的所有信息全部都可以用 Θ_2 中的某些信息取代, 则称 Θ_1 劣于(差于、小于、少于) Θ_2 , 或 Θ_2 优于(好于、大于、多于) Θ_1 , 记为 $\Theta_1 < \Theta_2$ 或 $\Theta_2 > \Theta_1$.

若 $\Theta_1 < \Theta_2$, 且 $\Theta_2 < \Theta_1$, 则称 Θ_1 与 Θ_2 等效, 记为 $\Theta_1 \approx \Theta_2$.

命题 1 设 Θ_1, Θ_2 为某事物的两条信息, 那么 (1) $\Theta_1 < \Theta_1 \cup \Theta_2, \Theta_2 < \Theta_1 \cup \Theta_2, \Theta_2 \cap \Theta_2 < \Theta_1, \Theta_2 \cap \Theta_2 < \Theta_2$; (2) $\Theta_1 \cap \Theta_2 \neq \Phi$; (3) 如果 $\Theta_1 \approx \Theta_2$, 则 $\Theta_1 \cap \Theta_2 \approx \Theta_1, \Theta_1 \cap \Theta_2 \approx \Theta_2$, 但 $\Theta_1 \cup \Theta_2 \neq \Theta_1, \Theta_1 \cup \Theta_2 \neq \Theta_2$.

证明 (1) 显然; (2) 由公理之(6)即知; (3) 由差异信息原理^[2], 结论显然成立.

附注 3 (1) 由命题 1 可知, 信息的交与和运算与集合的交与和运算之间存在差异, 这一差异是由于元素是否含有信息所引起的; (2) 如果 $\Theta_1 \approx \Theta_2 \approx \Theta$, 记 $\Theta_1 \cup \Theta_2$ 为 2Θ ; (3) 和与交的运算可以推广到 n 个的情形.

命题 2 关系“ $<$ ”具有传递性.

证明 设 $\Theta_1 < \Theta_2, \Theta_2 < \Theta_3$, 则 Θ_1 可以用 Θ_2 中的一部分信息 Θ_2 替代. Θ_2 可以用 Θ_3 中的一部分信息 Θ_3 替代. 因而 Θ_2 可以用 Θ_3 中的一部分信息 Θ_3 替代, 所以 Θ_1 可以用 Θ_3 中的一部分信息 Θ_3 替代, 故 $\Theta_1 < \Theta_3$.

命题 3 关系“ \approx ”是一个等价关系.

证明 对由定义 5 及命题 2 即知命题 3 成立.

6 灰信息函数

在灰色系统中, 人们常常要对某种结果给出判断, 而这一判断的给出要依据所获得信息, 因此, 所得的信息对所作出的判断的支持程度如何是需要讨论的问题.

例如, 某人到医院就诊, 医生诊断是感冒, 其依据是该患者有发烧、咳嗽等症状(信息), 但发烧、咳嗽还可能是其他疾病的症状, 比如, 肺炎、气管炎, 而医生作出该患者患感冒是综合症状和时间以及其他一些情况后认为患感冒的把握性高于其他的情况.

又例如, 掷一颗均匀的骰子, 可以出现 1 点, 或 2 点, …, 或 6 点. 因此依据骰子是均匀的(信息)断定各个点数出现的可能性是相同的.

命题 4 在认知模式中, 记 $P \Leftrightarrow IFM; x \rightarrow w_j^0 \in W(j \in J)$, 则 P 是一个灰命题^[5], 称为特定命题.

证明 由信息的定义及公理^[2]和认知的定义和公理^[2], 命题即可得证.

附注 4 灰命题 $P \Leftrightarrow IFM; x \rightarrow w_j^0 \in W(j \in J)$, 实质上是一种信息传递, 是一种泛关系^[2], 因此可以认为 $P_x w_j^0$.

定义 6 设 P 为一特定灰命题, $V = (\alpha, 1) \subset (0, 1), \pi(\theta | P)$ 为 P 的定义信息域^[2], $\Theta \in \pi(\theta | P)$, 称 $IFM: x \xrightarrow{\Theta} v_{\Theta} \in V$, $IFM: x \xrightarrow{\Theta} v_{\Theta}^0 \in V_{\Theta}$ 为信息 Θ 对 P 的支持程度模式, 表示 Θ 对 x 传递到 $W(w_j^0)$ (或 x 与 w_j^0 有泛关系)的支持程度.

定义 7 称定义在 $\pi(\theta | P)$ 上的函数 d 为信息函数, 如果 (1) $d(\Phi) = 0, d(\Omega) = 1$; (2) $\Theta_i < \Theta_j \Rightarrow d(\Theta_i) < d(\Theta_j)$; (3) $0 \leq d(\Theta) \leq 1, \Theta \in \pi(\theta | P)$. 其中, Φ, Ω 分别表示空信息和真信息.

命题 5 Θ 对 P 的支持程度为信息函数, 称之为信息 Θ 关于 P 的信息函数, 记为 $dP(\Theta)$ 或 $d(\Theta)$, 即 $d(\Theta) = V_{\Theta}, d$

$$(\Theta) = V_{\Theta}^0.$$

证明 显然.

命题 6 设 $\pi(\theta|P)$ 为命题 P 的定义信息域, $\Omega \in \pi, \Phi \in \pi$, 则 (1) $d(\Phi) = 0, d(\Omega) = 1$, (2) $0 \leq d(\Theta) \leq 1$, (3) $\Theta_i \leq \Theta_j \Rightarrow d(\Theta_i) \leq d(\Theta_j)$.

证明 显然.

参考文献:

- [1] 邓聚龙. 灰色控制系统[M]. 武汉: 华中工学院出版社, 1985.
 [2] 邓聚龙. 灰数学引论——灰朦胧集[M]. 武汉: 华中理工大学出版社, 1992.
 [3] 钮心忻, 杨义先. 信息隐藏与检测算法的特征分析[J]. 电子学报, 2002(7): 952-955.
 [4] 吕萍, 等. 基于高斯相似度分析的插值自适应算法[J]. 电子学报, 2002(12A): 1759-1761.

[5] 王文平. 灰信息处理理论及方法研究[D]. 武汉: 华中理工大学, 1994.

[6] 金新政. 软科学研究方法教程[M]. 武汉: 湖北科学技术出版社, 2002.

[7] 金新政. 管理决策综合集成[M]. 武汉: 武汉大学出版社, 1999.

作者简介:



金新政 男, 1957年3月出生于河南省遂平县, 1985年毕业于同济医科大学, 现任武汉同济医学院医药信息系主任, 副教授, 硕士生导师, 已在国内外发表学术论文 50 余篇, 主编教材和著作 9 部, 主要研究方向: 信息系统; 管理系统工程, 模式识别和软科学等.

征 文 通 知

中国电子学会第九届青年学术年会(简称: CIE-YC'2003)将于 2003 年 8 月在浙江杭州召开. 这是一次广泛团结广大青年科技工作者, 促进电子信息及其相关学科青年学者学术交流的盛会, 届时还将邀请国内著名专家学者作综述或专题报告, 大会将在参会宣读论文中评选优秀论文, 并推荐到《模式识别与人工智能》等国内核心科技期刊上发表.

征文范围(但不限于这些领域)

A. 信息技术发展与展望; B. 微电子技术及其应用; C. 纳米与量子信息技术; D. 系统工程与应用; E. 机器视觉与计算机图形学; F. 雷达、通信与电子战技术; G. 数字信号处理; H. 卫星、广播电视技术; I. 农业信息技术与生长模型; J. 多媒体与虚拟现实; K. 计算机技术与应用; L. 器件、电路与系统; M. 模式识别与模糊软计算; N. 神经网络与模糊软计算; O. 电子技术及应用; P. 光电子技术与电子材料; Q. 传感器、机器人与自动控制技术; R. 电磁场与微波技术; S. 数据融合、挖掘与知识发现技术; T. 人工生命与生物(基因)信息学; U. 非线性信号处理技术.

来稿要求

1. 内容具体, 突出作者的创新与成果, 具有较重要的学术价值和应用推广价值, 未在国内公开发行的刊物或会议上发表或宣读.
2. 第一作者年龄不超过 40 岁, 文末附不超过 100 字的第一作者简介.
3. 来稿时请在论文背后注明论文所属征文范围中的类别字母 1 至 2 个, 并在信封上注明征文字样.
4. 录用的论文拟由浙江大学出版社正式出版论文集. 投稿方式为全文投稿方式, 每篇论文篇幅限为 4 页(超过者加收版面费). 寄送论文请用 WORD 排版, 激光打印(A4 纸), 投稿时请寄送两份, 并要求随文附送软盘. 论文第一页正文前应写: 论文题目、作者姓名、作者单位、邮政编码、E-mail 地址及摘要.

重要时间

论文截止时间: 2003 年 4 月 15 日;
 录用通知: 2003 年 5 月 15 日前发出;
 会议时间: 2003 年 8 月

投稿地址:

310027 浙江杭州玉泉浙江大学电气工程学院 葛杏花 曹一家
 电话: (0571)87952792、87952814 E-mail: yjiacaol@cee.zju.edu.cn
 传真: (0571)87952814