

信息科学的若干理论问题思考^{*}

——定义、类型及信息流

陈 国 能

(中山大学地球科学系, 广东 广州 510275)

摘 要: 自然界的信息分为两类, 一为映射自然界物质和能量存在的“源信息”, 二为信息处理系统输出的“知识信息”。对前者的获取取决于传感系统的类型和灵敏度, 对后者的获取取决于信息受体对信息“格式”的认同。研究表明: 信息的本质是自然界的物质、能量、知识(或意识)对信息受体的映射。信息相对于信息受体而存在。知识信息流的形成和运动过程, 就是知识增长的过程。

关键词: 源信息; 知识信息; 信息格式; 信息受体; 信息流

中图分类号: O236; NO3 **文献标识码:** A **文章编号:** 0529-6579 (2004) 06-0131-04

地球信息技术的发展大大提高了人类处理和析大量地球资源、环境、社会与经济数据的能力, 被广泛应用于区域资源调查、环境监测、气象预报、灾害防治、城市规划乃至政府和军事决策等等领域, 取得了巨大经济效益和社会效益。然而, 何谓“信息”? 显然, 这一最根本的问题不解决, 必会约束地球信息科学的发展。作者在承担教育部项目“地球信息科学与技术发展方向与专业规范研究”过程中, 对该问题作了一些不成熟的探讨, 在此匆匆刊出, 以期抛砖引玉。

Wiener的信息定义: 人与外界交流的内容和名称^[1-3], 其内强调了人在信息流通中的作用。问题是, 如果没有“人”, “信息”是否还存在? 至少, 该定义未能将“人”以外的其它生物间的信息交流包容在内。

在技术层面, 普遍接受的是信息论创始人Shannon (1948) 从统计学角度给出的定义: 信息是用来消除随机不确定性的东西^[4], 即信息量随着随机不确定性的消除而增大。换言之, 可能事件出现的不确定性越少, 信息量越大^[5-9]。显然, 这里的信息应该是指信息的量度而不是信息本身。

如果说 Wiener 的定义强调了“人”在信息流通中的作用, 那么, 认为信息是“自然界物质与能量存在和变化的反映”^[1], 强调的则是与“人”无关的自然过程。该定义明显忽略了这样的事实: 现代通讯传输的信息, 几乎都不是“自然界物质与能量存在和变化的反映”。

除上述2个影响较大的定义外, 信息的概念还有诸多不同认识^[1-3, 10]。可见, 尽管信息技术已导致人类社会发生巨大变化, 但“信息”一词至今尚无广泛接受的严格科学定义。产生这种现象的根本原因, 可能与我们对信息的类型缺乏足够的认识有关。为此, 本文拟从信息的类型分析入手, 然后再讨论信息的定义及其它相关问题。

1 信息的类型

笔者认为, 自然界的信息应有两类。一类为“自然界物质和能量存在和变化的反映”^[1], 在此称为“源信息”; 另一类是信息进入到某个处理系统后, 与系统的记忆信息交叉、融合而形成的“知识”(意识)的再度输出, 亦即“知识或意识的反映”, 在此称为“知识信息”。通过简单的案例分析, 即可了解这两类信息的区别。

案例: 一辆正常行驶的汽车突然翻滚并冲出路基, 目击者的大脑中会马上产生这样的“知识”或“意识”(注: 此处的“知识”或“意识”, 均是指信息处理系统自身生成的、与进入的信息相关的认识, 下同): “出车祸!”。

在此, 目击者所见到和听到的汽车翻滚影像和碰撞声音, 即为映射汽车出事过程的源信息; 两者分别以可见光和空气为载体, 直接作用于目击者的传感系统。在场者如果不止一人, 那么只要视觉和听觉正常, 都可以接收到这种源信息。这就是说, 源信息的载体是无定型的物理化学介质, 可以直接

* 收稿日期: 2004-08-18

基金项目: 教育部教学改革项目及高等院校博士点基金项目 (20030558005)

作者简介: 陈国能 (1952年生), 男, 教授, 博士生导师; E-mail: ee28@zsu.edu.cn

作用于信息受体 (详后) 的传感系统。因此, 信息受体对源信息的获取, 应主要取决于其传感系统的类型与灵敏度。例如, 以电磁波、红外线等为载体的源信息, 人类的感应系统就无法接收到。再如, 若在现场的是一位双目失明和双耳失聪的人, 就不可能接收到车祸过程发送的影像和声波信息。

源信息不是物质, 也不是能量, 它只是“物质和能量存在和变化的反映”^[1]。因此, 事件之后不论谁到现场, 都不会收到目击者曾经接收到的车祸影像和声波信息, 因为信息源已经不存在。可见, 源信息的一个重要特征就是与信息源不可分离, 即信息随着信息源的变化而变化, 随着信息源的消失而消失。

现在的问题是: 目击者的传感系统接收到的, 只是汽车翻滚的影像和声波信息, 为什么这些源信息进入到目击者的处理系统 (大脑) 后, 会产生“车祸”的知识或意识? 如果目击者是一位从未见过和听说过汽车人, 他的处理系统会产生这样的知识吗? 显然, 后一个问题的答案是否定的。由此得出: 目击者头脑中“车祸”知识或意识的产生, 是其处理系统 (大脑) 自动地将进入的源信息, 与系统存储的相关信息进行比较、分析、融合的结果。如果系统中没有有关汽车的记忆信息, 例如前述后一个问题的情况, 信息的比较、分析、融合过程就不可能进行, 处理系统也不会形成“出车祸”的知识或意识。

到此为止, 目击者头脑产生的“车祸”认识, 只能称为“知识”而不是信息。如果目击者对此事永远保持沉默, 那么只有他本人的处理系统中存储有这次车祸的“知识”, 其它信息系统没有从他那里接收到有关这次车祸的任何信息。可见, 只有将这种“知识”通过某种形式, 例如语言或文字, 向系统外部输出, “知识”才能成为被某种载体携带、并被别的系统接收和处理的“信息”。显然, 这种信息不是目击者接收到的影像、声音等源信息的复制, 而是源信息与目击者处理系统 (大脑) 中的记忆信息合成的“知识”的输出, 即知识信息。

处理系统中的“知识”形成后, 可以只向系统内部发布而不向系统外部输出。举例说, 野生动物一旦感应到其它动物逼近的信息, 它的处理系统即把进入的信息与系统的存储记忆进行比较, 得出入侵者是猎物还是猎食者的“知识” (意识) 并迅速在系统内部发布, 指挥行动系统攻击、防卫或逃跑 (信息反馈)。当然, 它也可以同时将“知识”输出, 通知同类采取行动。可见, 由系统产生的“知识”转化而成的“信息”, 不论是向系统内部或外

部发布, 本质上均属于“知识信息”的范畴。不过, 为了强调系统外部信息流的形成和运动过程, 在此将“知识信息”规定为系统向外部发送的信息, 即“某个处理系统产生的知识 (意识) 向系统外部的映射”; 而在系统内部发布的知识信息, 可以称为“决策信息” (或“指令信息”), 以示区别。

知识信息一旦形成, 即与信息源脱离关系。我们不用找到《史记》的作者司马迁, 通过《史记》即可获得他所发送的、有关当时社会、政治、军事等方面的知识信息。由此可知, 知识信息的载体比源信息多得多, 因为除了无定型的物理化学介质外 (例如声波的传输), 各种有形物质都可以成为知识信息的载体。

综上所述, 源信息和知识信息在信息源和载体方面有如下区别:

(1) 源信息与信息源密切相关, 它随着信息源的变化而变化, 随着信息源的消失而消失; 知识信息的信息源为某一处理系统; 知识信息一旦形成, 即与信息源脱离关系。

(2) 源信息的载体是无定形的物理化学介质; 知识信息的载体除了物理化学介质外, 还可以是各种有形物质。

可以说, 通过人工传感器获得的信息都属于源信息, 而通过可控传输发送的信息基本都是知识信息。源信息也可以通过可控传输发送, 例如球赛的现场直播。但是, 发送者的目的决不是要观众仅仅接收球场绿茵和球员跑动的影像信息, 以及球评家发出的声波信息, 而是希望观众通过这些影像和声波, 了解球赛的意义、过程、两队的战术、球员和球迷的激情表现等等知识信息。

2 信息格式

从上可见, 自然界的消息确有两类, 一类是反映自然界物质和能量存在和变化的“源信息”, 另一类是由信息处理系统产生的“知识” (意识) 转化而成的“知识信息”。源信息属于无“格式”的信息, 对其获取取决于传感系统的类型与灵敏度; 知识信息属于“格式”信息, 对其获取不是取决于传感系统类型与灵敏度, 而是取决于处理系统对“格式”的认同程度。所谓知识信息的“格式”, 指的是信息系统之间约定的知识信息表达形式, 如文字、符号、公式等。摩崖石刻上的中国字, 懂中文的人都知道雕刻者传送的知识信息; 不懂中文者, 只能接收到由可见光映射的字体的形态信息, 而无法接收到文字所传递的知识信息。反之, 一个完全不懂英文的人听外国人讲英语, 听到的只是对方发

送的声波信息，而无法接收其内的知识信息。

不同的生物有不同的知识信息输出格式。不同生物之间能否进行信息交流，取决于它们对对方信息格式的认同度。人类如果希望与其他生物进行信息交流，就必须研究并掌握它们的知识信息输出格式。

任何一门科学都有自身知识信息的特定格式，只有懂得这种格式的信息处理系统，才有可能接收和处理这些信息。对于地球科学而言，虽然地球信息技术的发展大大提高了人类处理和分析大量地球资源、环境、社会与经济数据的能力，并被广泛应用于区域资源调查、环境监测、气象预报、灾害防治、城市规划等等领域，但目前所处理的地球信息，主要是通过人工传感器获得的地球表面和地球流体层圈的源信息。如何将地球科学对固体地球长期观察和研究获得的知识信息数字化，进一步从信息流的角度，揭示地球内部物质的属性和空间分布，以及物质流和能量流的发生、发展和演化过程，这恐怕就是目前地球信息科学面临的最大挑战。

3 信息受体与信息定义

既然源信息是“自然界物质和能量的反映”，知识信息是“某个信息系统产生的知识或意识的反映”，那么，感受到这种“反映”的，当然就是“信息受体”，即信息的接收和处理系统。源信息不是物质，也不是能量，它只是信息受体对两者的感应。没有信息受体，自然界就只有物质与能量，无所谓信息，而信息受体本身就是知识信息的信息源。可见，信息是相对于受体而存在。信息（如其中的知识信息）可以脱离信息源，但绝不可以脱离信息受体。

至此，我们对“何谓信息”的问题，可以说已经有了比较完整的认识：信息就是“自然界的物质、能量、知识（意识）对信息受体的映射”。

4 知识信息流与知识增长

相应于源信息和知识信息，信息流亦分为“源信息流”和“知识信息流”。

“源信息流”是在信息源与信息受体之间流动的信息流，反映了信息源的连续变化。信息源连续变化有两种含义：一是信息源相对于受体的位置变化，例如地球资源卫星接收到的地面信息；二是特定信息源中的物质和能量的连续变化，例如球赛现场直播。由于源信息流的存在依赖于信息源，因此有时间和空间限制。

“知识信息流”是在信息系统之间流动的信息流。知识信息不是物质和能量的映射，而是某个信息系统中形成的“知识”的输出。因此，知识信息流的运动与自然物质流和能量流的演变无关。

不同信息受体可有不同的记忆存储及不同的处理性能，故同样的输入有可能产生不同的输出。如图 1 所示，假设受体 A 和 B 接收到同样的源信息。受体 A 收到源信息后输出知识信息 1。受体 B 收到源信息后，又收到受体 A 输出的知识信息 1。那么，受体 B 就有可能合成与知识信息 1 不同的新知识，从而向外输出知识信息 2。这意味着，知识信息的流动过程，就是知识的增长过程。如果用前述统计学定义，即“可能事件出现的不确定性越少，信息量越大”来衡量，那么，知识信息流的运动过程，信息量显然是增加而不是减少。

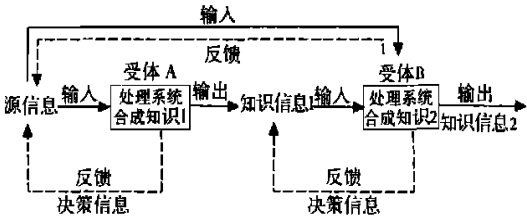


图 1 知识信息流的运动及知识增长

Fig 1 Map showing the increase of knowledge with the motion of knowledge info flow

知识信息流的运动是无时空限制的，空间上可以不断向外扩散，而且可以循环流动；时间上，可以向后流向不同世代的信息受体。当然，某些知识信息在流动过程中可能会因干扰而出现变异或丢失，但整体而言，知识信息流的运动过程，应是知识的增长过程，是人类对自然界的认识不断深化的过程。

5 小 结

“信息”是信息科学的主要研究对象，定义的不明确必会妨碍理论研究的深化，反之又制约信息技术的发展。本文从信息的类型分析入手，最终得到这样的认识：信息就是“自然界的物质、能量、知识（意识）对信息受体的映射”。同时还得到以下几点认识：

- (1) 自然界的物质和能量存在和变化的“源信息”，二是由信息处理系统产生的“知识”（意识）转化而成的“知识信息”。
- (2) 信息是相对于受体而存在。没有受体，就无所谓信息。
- (3) 对源信息的获取，取决于传感系统的类型

与灵敏度;对知识信息的获取,取决于处理系统对信息“格式”的认同度。由此可以预料,未来信息科技的发展可能取决于两个方面的研究进展,一是传感技术,二是“信息格式”转换技术。

(4) 信息流有两种:“源信息流”是在信息源与信息受体之间流动的信息流;“知识信息流”是在信息系统之间流动的信息流。知识信息流的形成和运动过程伴随着知识的增长,从而导致人类对自然界的认识不断深化。

致谢:哲学系林定夷教授为本文提了不少宝贵意见,特此致谢。

参考文献:

[1] 李铁芳,陈晓翔. 地球信息学[M]. 北京:中国科学文化出版社,2002.
[2] 钟义信. 信息科学原理[M]. 福州:福建人民出版社,

1988.
[3] 鲁晨光. 广义信息论[M]. 合肥:中国科技大学出版社,1993.
[4] SHANNON C E. A mathematical theory of communication [J]. Bell Syst Tech J, 1948, 27: 379—423, 623—656.
[5] 周成虎,鲁学军. 对地球信息科学的思考[J]. 地理学报, 1998, 53(4): 372—380.
[6] MANJKE van G. Information; the concep[EB/OL]. <http://www.maxwellian.demon.co.uk/>, 1998, 6.
[7] DOBRUSHIN R L. A general formulation of the fundamental Shannon theorem in information theory [J]. Uspehi Mat Akad Nauk SSSR, 1959, 14: 13—104.
[8] GAMAL A E, COVER T. Multiple user information theory [J]. Proc IEEE, 1980, 68: 1466—1483.
[9] GRAY R M. Entropy and information theory [M]. New York: Springer-Verlag, 1990: 17—449.
[10] 陈雨思. 信息的定义与本质 [EB/OL]. <http://entropy.com.cn>, 2001.

Some Theoretical Problems of Information Science:
—— Definition, Category and Info Flow

CHEN Guo neng

(Department of Earth Sciences, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510275, China)

Abstract: Information is classified into two categories in this paper, namely, source info (SI) that is the reflection of material and energy of the nature, and knowledge info (KI) that is the output of knowledge formed in any info system. Acquisition of SI depends on the type and sensitivity of sensors, and of KI on recognition of the info format. Information exists on receivers, i.e., no receiver, no information. With relation to the categories, information is defined as the projection of material, energy and knowledge in the nature onto an info receiver. Another important conclusion of this research is that the movement of KI flow is accompanied with knowledge growth.

Key words: source info (SI); knowledge info (KI); KI format; info receiver; KI flow