

信息学

跨学科的探讨

[美] S·高恩等 著
施 以 平 译

知 识 出 版 社

信息学——跨学科的探讨

〔美〕 S. 高思等 著

张悦校 施以平 译

郝明朗 校

知 识 出 版 社

信息学——跨学科的探讨

(美) S. 高恩等 著

张悦校 施以平 译

郭明朗 校

知识出版社出版

(北京安定门内外馆东街甲1号)

新华书店北京发行所发行 中国大百科全书出版社排版厂印刷

开本787×1092 1/32 印张3 字数70千字

1986年7月第1版 1986年7月第1次印刷

印数: 1—10,000

书号: 13214·85 定价: 0.55元

译者的话

当前，“信息”已经成为一个十分流行的名词，它在社会生活中泛指一切音讯、消息，在自然科学、社会科学、哲学以及各技术专业领域中则是一个具有多种含义的术语。信息概念作为学术研究的课题不过有三、四十年的历史，但“一登龙门，则声誉十倍”。在发达的资本主义国家，“信息化”、“信息时代”、“信息社会”、“信息革命”等论说不仅十分盛行，而且日益深入发展，出现了不少有价值的理论建树。

信息为什么会在今天变得身价百倍？信息概念究竟为哪些学科所探讨？它在不同学科中的地位和意义有何不同？如何认识研究信息的各学科之间的区别和联系？信息研究将如何发展？这些问题是人们共同关心的，然而，仅仅依靠分科的研究却难以解答这些问题。

为此，美国著名经济学家弗里茨·马克卢普教授（他以多部论述知识和知识生产的著作而在信息科学界享有盛名），向美国国家科学基金会提议就信息问题开展一次跨学科的书面讨论。于是，形成了一部很重要的论文集——《信息研究：跨学科的通讯》。这部论文集包括九编，实际上是九组书面讨论发言，大致可分为认识科学、信息学、人工智能、语言学、图书馆学与情报科学、控制论、信息论、系统论、社会科学等专题。这部论文集作为马克卢普的十卷巨著《知识：其创造、传播与经济意义》的预备性读物，于1983年由约

翰·威利父子公司出版。上述十卷巨著的第一卷题为《知识与知识生产》，第二卷题为《知识的分支》，已于1982年出版，第三卷于1983年出版，第四卷题为《信息的学科》。（其他各卷情况尚未见报道。）1982年12月，美国《知识》杂志先行登载了《信息研究：跨学科的通讯》的第二编。

这本小册子是根据《知识》杂志登载的材料编译的。第二编主要探讨以信息为基本研究对象的信息学的性质、内容、内部结构、外部联系、方法学及社会影响等等，可供我国从事计算机科学、信息学、情报学、科学学、哲学以及工程学、符号学等方面的专业人员参考；这种跨学科的研究方法同时也值得我国广大科研组织管理人员和各学科研究人员借鉴。

对于原文中较含蓄的术语、赋予新义的旧词和新阐释的概念，或者是为了反映某一方面背景的词语，我们在译文后面标出了原文。

由于我们的专业知识和翻译水平有限，译文中一定存在着许多错误或不妥之处，望读者不吝赐教。

在翻译过程中，承蒙袁辉老师耐心指教，在此表示感谢。

译 者

目 录

译者的话	(I)
信息学(计算机和信息科学): 其观念体系、 方法学和社会学	S. 高恩(1)
信息学是符号学学科	C. 皮尔逊 V. 斯拉米卡(29)
计算机科学是关于离散的人工系统 的科学	J. 摩西(39)
信息工程学的范型	P. 韦格纳(48)
计算机科学的领域	V. 兹瓦斯(66)
信息在计算机科学中的作用	A. J. 珀利斯(74)
一个实用主义者的回答	S. 高恩(78)

信息学(计算机和信息科学): 其观念体系、方法学和社会学

S. 高恩

我的任务是讨论我的研究领域——计算机和信息科学——以及它与相邻领域的关系, 我将提到的相邻领域有图书馆学、情报检索、情报学、控制论、认知心理学、人工智能、符号学和语言学。我还将论及计算机工程学(Computer Engineering)、管理学、决策科学、甚至教育学, 当然, 还有我早先攻读的纯粹数学。这一讨论的目的是从实用方面和方法学上, 特别是从观念体系上使我的新领域与上述其他领域区分开来。

本文计划

首先, 让我选择一个比“计算机和信息科学”短一些的表达方式。我选择了与法文的“*Informatique*”和德文的“*Informatik*”相象的词“*Informatics*”(试译作信息学——译者)。这个词包含着“信息”的概念, 并且有一个象“*Mathematics* (数学)”一样的词尾, 表明这是一个形式化的基本理论。在这个名称中丢掉了计算的因素, 也未给人留下实验基础的印象, 正如以后要讲到的那样, 这很糟糕, 我认为这两点同样也

是重要的。

我以前就这一主题所写的文章是分别针对应用数学家、纯粹数学家、图书馆学专家、逻辑学家、语言学家、教育学家、行为科学家和政治学家的。我甚至探讨过为什么每一类读者都需要一种不同的表述。这次的读者是我在前面提到过的邻近领域的综合读者，本文和来自其他领域的文章旨在帮助我们辨清自己的不同身份，如果事实上各人的身份是不同的话。

我打算本文首先讨论我对于人类知识和行动的诸学科的看法，讨论这些学科的个体发展和由此产生的各自的观念特性和族系关系；然后，我将辨析信息学的观念体系及其诸研究区域，考察信息学与其他领域的关系；最后，讨论这些学科在社会意义上的“稳定性”。

下面，我较为详细地概述一下各节的内容。

在关于人类知识和行动诸学科一节中，我有12个议项：(1)社会的学科专业化，特别是“学科”的定义，诸学科与语言的关系以及诸学科的历史与语言起源的关系；(2)“观念体系”(ideology)*一词的多种含义；(3)科学、艺术和工艺对于人类感知与运动范围扩延的依赖性，以及由此产生的它们与技术的相互依赖性；(4)从科学史上许多众所周知的实例看上述依赖性怎样使实验科学本身依赖于先进技术；(5)上述依赖性怎样造成本体论的信奉，我把这些信奉称为“感知的一致波动”，特别当这些信奉导致社会达成协议去支持生产先进感应器和效应器的经济时，它们符合库恩的范型，并在库恩提出的科学革命期间发生。(6)“科学”一词

* ideology，既有观念体系的释义，也有观念形态、观念学等释义，根据作者阐述的思想，文中一般译为观念体系，个别地方译法不同。

含义的变化；(7)接受知识的波动说而非微粒说如何使我们免于忽略符号表征体系的语用学；(8)诸学科语言和元语言的发展，在符号思维中元语言的水平怎样才能引起知识和行动的分离；(9)数学和自然科学是怎样被认为不依赖于它们的语言的语用学的(这里，“语用学”一词是在技术意义上使用的)；(10)元语言学的决定论与自由意志的设想如何使偏重知识的学科与偏重行动的学科区分开来，以及尽管我们有局限性，诸专业如何试图把它们结合起来用以扩大我们的力量；(11)诸学科语言的历时学及它们与数学和信息学交流的各个阶段；(12)学科的主体自我。

在“信息学的概观”一节中，我将讨论8个问题：(1)因为电子计算机需要决策指令和指令与数据的共同存贮，符号变换活动是如何在计算机促进下加速发展的；(2)程序设计活动如何成为另一种可由机器处理的符号变换活动，从而成为一种自动参照活动；(3)第一个结果是如何成为人工智能领域的；第二个结果是如何作为“硬件和软件逻辑等价”原则提出的，该原则导致具体的“信息处理机”概念和“汇编”的模糊含义；(4)信息学的语法、语义和语用诸方面；(5)语法方面——自动机理论(automata theory)与形式语言——表明计算极限的计算组合理论(resultant theory of computation)；(6)符号的语义学和符号变换的语义学：符号变换怎样模拟符号表征的过程；(7)如何从诸学科的观念体系辨别物理学家、数学家和信息学家的不同的语义学；(8)在许多专业活动中，信息学诸区域怎样从形式和数学的内容转变为经验和实验的内容(特别是在涉及到无法解决和尚未解决的问题方面)，再通过美学和伦理学的反作用，转变为各种各样的应

用信息学。

最后，在关于诸学科的互通性和稳定性一节中，将论及7个课题：(1)我们所使用的“观念体系”一词的两种含义(与马克思的含义及其相关概念相比较)，思想的社会学与思想的生物学和心理学，以及各种思想联系，由于为维持各种思想所需要的先进技术又需要社会的支持；(2)如何比较和对照诸学科的观念体系；(3)作为横断学科的控制论和作为专业活动的机器人学；(4)与信息学相关的管理专业活动；(5)作为横断学科的教育学；教育学单一观念体系的不可能性和情报检索单一观念体系的同样不可能性；(6)图书馆专业及其长期稳定性；学科的稳定性的对于稳定的观念体系(保持通讯)存在的依赖以及对于无法解决的问题(防止技术过时)存在的依赖；(7)信息学的稳定性如何依赖于维持它的科学活动、艺术活动和专业活动的紧密结合。

诸学科及其观念体系

我们都知道，自农业革命和城市革命以来，人类就趋向于使自己的活动专业化。结果，到目前为止，尤其是在西方文明中，人类的学问是由称作艺术、科学、职业等活动领域组成的。尽管有操作论之类的哲学，但某些活动领域似乎仍然主要偏重知识，如数学、自然科学与社会科学、人文科学、及其他学术分支；另一些活动领域则似乎主要偏重行动，象耕作、运动、狩猎、烹调、采矿、制造、建筑等等。还有一些活动领域旨在把知识转变为行动，如工程学、医学、法律、教育等专业。我用“学科(discipline)”一词统称

上述所有领域，因为字典中“discipline”一词有以下几条释义：(1)包含研究的知识分支，(2)影响行为的规则或规则体系，(3)旨在进行矫正、塑造、强化或改善的训练。

诸学科的组合体就象一系列略微变形的平面投影图（或者说象一个油炸饼圈形状的星体）。绘制地图的人可以画出这种投影图。从而，从专业化的角度看，每一个投影代表着人类活动的一部分。在我看来，这些专业化的象征，特别是对于较为精密的学科来说，描述了不同的观念体系，这些观念体系在它们覆盖范围内，有着确定的发展史、甚至变化史；这些发展史与语言发展的历史类似，甚至与童年语言能力发展的早期若干阶段类似；其结果是形成十分不同的及时变化的世界观。

尽管在我们的字典中，“观念体系”的释义是“构成社会政治纲领的全部主张、理论和目标”，然而，特别是因为这个词曾被黑格尔和马克思所使用过，所以它较早的更为广泛的含义被记述为“一种系统的概念体系”，和“某人、某团体或某种文化所独有的思想方式或思想内容。”我相信，德斯蒂德特拉西也想使这个词义指“思想的发展和呈示”，并且会认为象皮亚杰这样的现代发展心理学家是其直接继承者。

人类知识从一开始就受到人的感觉器官(感官)以及它们有限感知范围的严格局限。我们的音频感知范围、视频感知范围是有限的，其他感官的感知范围及运动肌控制也同样是有限的。扩延我们的感知与控制，实际上是扩展我们能够继续生存的物质范围，于是采取了技术创造的方式。我们要改变、甚至仅仅要了解我们周围的温度，就需要控制火，发明工具、器皿和容器，设计衣装和住所，以及观测季节的变化；因此，即使在农业革命以前，技术就已经存在了。随后

发生的劳动分工，引起了城市革命，产生出各种各样的艺术、工艺和职业。然而，现在称为自然科学的那类较偏重知识的学科必须等待相应的技术发展，技术发展把我们的感知扩延到我们感官的范围之外。只有当扩大我们计数能力，测量长度、面积和体积能力的器械出现之后，算术才能发展起来；在这种技术发展之前，数量、长度、面积和体积的抽象内容不会存在于人的头脑之中从而使数学发展起来。正象我们反复看到的那样，我们判定每一“科学”中什么是值得观察的新“事物”或新“过程”，要依赖于技术方面的发展。从那以后，自然科学家和技术专家共同组成雅各布阶梯，每一方都努力把另一方的知识推向更高的阶层。

同样道理，如果技术尚不足以形成规范，从而使线条、材质、局部间的比例和色调以及它们的合成与我们的视觉协调起来，或者使节奏、旋律、音色以及它们的合成与我们的听觉协调起来，那末雕刻术、建筑学、绘画和音乐等艺术就不可能出现发达与完善的阶段。

我们必须规范化的，不仅仅是借助于新的度量器械对各类艺术各方面的感知，还有我们借助新工具新技术对艺术的创造。事实上，这些艺术所必须的技术直至16~19世纪才发展起来。

从而，我们看到，只有当技术充分发展了，实验科学才成为可想象和可能的事。人类感知与控制的范围一定可以由机器来扩延，否则就不存在产生实验科学的基础。实验科学的思想或许有早期的哲学根源（从亚里士多德到罗吉尔·培根），但直到17世纪，弗朗西斯·培根的实验科学形式才被表达出来，以后又花费了几个世纪的时间，实验科学才真正兴盛起来。

例如，在阿基米德的时代(公元前300年)，静力学和动力学是与各种水力和发射技术一起发展起来的。正是在那时，人类范围之外的力量、重量和压力等概念才能够真正被感知和度量。在度量手段达到宏观领域和微观领域之前，同样的发展是与光学、天文学和生物学联系在一起的。当然，在那以前，生物学的细胞概念不会有实验基础。人们花费几十年时间才掌握了度量温度的技术，而意识到温度与力学的关系则花费了几百年时间。托马斯·库恩指出，要指出发现氧元素的确切时间是不可能的；普里斯特利、拉瓦锡、谢勒和另外一些人花费几十年时间用实验和技术设备对控制这种物质进行了单独探索，并就所得到的结果和使用方法相互交流，这才使得任何人都知道了氧是什么。他们用了数年时间才决定出应该观察什么，并且利用技术设备扩延自己的感官与控制进行观察。这就是我在别的地方称作“感知的一致波动”的那种社会现象。必须存在这种感知以往无法感知事物的社会一致性，否则，制造人工效应器和感受器所需要的社会费用就无所提供。这在20世纪的物理学中及其对加速器的依赖性上体现得尤为显著。

在未发生类似氧气概念那样的事件之前，“元素”这一化学基本概念，即由道尔顿提出并在今天为大家所理解的元素概念，是根本不可能存在的(尽管有古代的原于论形式)，更不可能有实验基础；在那之前，化学药品以固定比例化合的原理和质量守恒定理是不可想象的，更是不可度量的。

“能量”概念在过去几千年中有过各种各样的含义，对于每一种含义的“能量”概念，都可以提出前面那样的陈述来。在19世纪末叶前，能量守恒定理不可想象，也无法表达。

托马斯·库恩谈到了科学革命，正是在这一革命中，科学的某些范型被更替了，我理解，这意味着构成那一科学的团体认定，某些过去以为值得观察的东西已不再值得观察了，而且要运用新的“洞察力”，以新的基本概念或新的基本原理来代替它们。在一千年的时间尺度中，燃素概念瞬息即逝，被氧的概念所代替；但是，在可以观察到每日、每周、每月变化的时间尺度中，燃素概念经久难消，氧的概念则好事多磨。

库恩的分析限于那些偏重知识的学科，这些学科被称为科学，更准确地说，是被称为“实验科学”，尤其是自然科学。马克卢普曾指出，数千年来，“科学”一词所指的内容是绝对确定的，如数学、逻辑学、形而上学，但排除自然哲学；只是在19世纪，实验基础才成为科学的必要条件，而科学的注册单中又销去了形而上学。但是，马克卢普现在指出，在英语之外的语言中，“科学”一词尚包括其他学科（甚至法学）；可是我注意到，他所列举的其他语言中的这一词汇的实例，都是我区别于偏重行动的学科而称作偏重知识的那些学科。在我看来，即使是偏重行动的学科，也以同样的方式发展自己特有的概念、观念体系、世界观以及我在别处称作主体自我的东西。以后我再回来谈这个问题。现在我先谈谈我对于那些关注知识积累的人所认定的知识所持的态度。

那些喜欢在心理学和认识论中用物质作比喻的人经常把知识比作物质实体，以便发明估量和度量知识的方法。他们经常把知识形象化为不依赖知识者的量变迟缓的物料。（我认为是卡尔·波佩尔批判并推进了这一观点。）知识是启蒙，那些在谈论知识时喜欢以物质比喻的人应该记住，直到他们发展了惠更斯的波动说以及牛顿的微粒说以后，光才在自然科

学中被完全理解。

C.S.皮尔斯曾指出，信号（符号表征体系）的研究不仅仅涉及符号及其含义之间的二元关系，实际上是探讨符号、其含义和使用者或译释体之间的三元关系。（我们在讨论信息学的观念体系时将回到这个问题上。）同理，我们在通讯中试图把知识符号化，知识不仅仅是被知物与所知人之间的关系；知识是通讯企图的结果，因而包含着被知物和知识者团体。这种通讯过程象边值问题一样在上述团体的“知识者”中间发挥作用，而该团体所知的“事物”和“过程”一般产生于类似波动现象的运动。当基数、长度、面积、体积、质量、重量、温度、能量、元素、细胞，或它们参与的过程等概念被发明出来（不是发现！）的时候，这就是“新知识”的生产，这种新知识经历一段时期才出现。我把这种社会过程称为感知的一致波动。一些科学史专家称这种过程为发现，它的缩退与更替则根据托马斯·库恩称为科学革命中的范型而变化。

此外，上述社会一致性向着更大团体的不断传播，乃是感知的一致波动的组成部分，我们通常称其为教育，也有人把它叫作洗脑筋。

在我看来，上述过程存在于所有学科，并非只存在于有限意义上的科学。但在论述这个问题之前，我想考察一下为什么我们的分工把偏重知识的学科与偏重行动的学科分离开来。为什么理解与目的分离，知识与力量分离？用控制论的术语说，为什么通讯与控制分离？用叔本华的话讲，为什么思想的世界与意志的世界被区分开来？美学怎样从伦理学中分离出来，真与美如何从善中分离出来？

我们都看到过松鼠一类的动物，并注意到它们交替地灵

活跳动和迟钝与静止地观察。人类动物似乎是将这两种状态专化的唯一动物。感受信号传输到大脑和效应信号从大脑沿着脊髓传导出来，这种交替的神经活动是不是脊椎动物的特性，或许神经生理学家能够告诉我们。但是，要告诉我们为什么西方文明在从事诸学科活动人们的分工中使用了这种两分法，则应该收集社会学和人类学的情报。为什么柏拉图认为知识用途的问题是卑下的问题？为什么象我们观察到的那样，在科学和技术的各自基础如此交叠之时，两者却相互分离了？尤其是在20世纪，纯粹数学与应用数学急剧分离的原因是什么呢？为什么“学术的”与“实践的”这两个词相互轻蔑？尽管我们与A. 拉波波特一类的操作哲学家一致认为上述分离具有不好的后果，但对其所涉及到的社会现象还需要作一解释。

对于那些精密得足以发展出形式符号体系的学科，如数学和物理学，我通过评述它们语言中句子所需要的成分，来作一个不完全的解答。这里所说的语言，通常称作规律、思维法则、逻辑规则或数学中的分析句，以及物质定律、自然规律或者是逻辑实证主义者所评述的自然科学中的综合句等等。总之，上述句子都是其动词以陈述形式出现的陈述句。它们必须用表示基本“事物”和“关系”或“过程”的名词和动词来构成，所谓“事物”和“关系”或“过程”也许恰恰就是那些团体所认定的自己的基本感知对象，或者就是在通行的句法结构中应用语言上的构造短语和从句。

辅助概念必须根据基本概念来定义。C. 亨普尔告诉我们，这些定义很少是“名义上的”或“真实的”定义，但是经常使用被卡纳普称为归属经验基础的那种东西；这就是说，该定义不是表述认知新概念的必要充分条件，而是以特殊条件

为前提，或伴随着特殊的度量需要。在我看来，这些条件和度量恰恰与该学科决定使自己扩延到人类直接感知范围之外的事物说明有关。这些语言中仅在句法上成立的句子是那些可以用形式逻辑方法或标准实验方法证明为真实或检验为虚假的句子。因此，首先在于它们是陈述句，所以其结果是严格描述的；（从而是偏重知识的）其次，其成立的根据必须不依赖于显示它们的各种表征体系（甚至语言）。例如，一个象算术式那样简单的数学句子 $7 + 5 = 12$ ，就必须具有不依赖于表示数字和加法程序的标记语言的真实价值。（“如果 $7 + 5 = 13$ ，则 $6 + 8$ 等于几？”这样的试题实质上不是数学句子）。同样，假设有一个由20个物体或者是由建立太阳系模型所用数量的物体构成的系统，如果表示这个系统运动的物理学句子被翻译成另一种坐标系，必然同样有效。实际上，爱因斯坦使用张量符记就是因为这种记法中的规范句子在根本上依赖于它所出现的那种坐标系，因而不可能是物理学上的废话。物质规律应该同样不依赖于描述它们的语言！这是客观性的保证。我赞同下述看法：引起知识与行动的分，是客观真理的需要，而不依赖于知识者。

因而，数学和物理学的定律必须不依赖于它们的使用者和表述者。上面我们提到过皮尔斯的符号学，用C.莫里斯对符号学阐述的话来说，这些学科的符号表征体系必须不依赖于语用学，甚至可能是形式的。

某学科的语言十分精密，使人们可以用基本的概念，通过规范的组合方式定义复合概念和复合过程，这些定义或是名义上的，或是真实的，（或是象亨普尔所说那样，原是引伸的）那么，这种语言的精密就使得人们把注意力从该学科所考虑