

华中科技大学

系统工程 [论文作业]

因特网——处于系统上层的开放复杂巨系统

院 系 人工智能与自动化学院

专业班级

姓 名

学 号

指导教师 赵勇，韩守东

2022/6/10

摘 要

开放的复杂巨系统广泛存在于自然界、人自身以及人类社会。从 1990 年钱学森院士发表了《一个科学新领域——开放的复杂巨系统》以来,社会各界对社会经济系统、自然物理系统以及新形成的复杂系统等研究都有了较大的进展。

随着计算机的普及和网络的发展,因特网实现了从低级到高级,从孤立到互联,从简单到复杂的演变,已经成为了人们生活过程中的重要组成部分。从系统科学的角度来看,对因特网的研究需要结合开放的复杂巨系统的理论和方法,从而找到更有效的分析和解决问题的办法。

本文结合自然物理系统和社会经济系统,说明因特网是一个处于系统上层的开放的复杂巨系统

关键词: 开放的复杂巨系统; 因特网; 系统工程

目 录

摘要	I
1 绪论	1
1.1 什么是开放的复杂巨系统	1
1.2 开放的复杂巨系统的特性	1
1.3 因特网的结构	1
2 讨论因特网的开放复杂巨系统特性	3
2.1 从自然物理系统角度	3
2.2 从社会经济系统角度	4
3 结语	6
参考文献	7

1 绪论

1.1 什么是开放的复杂巨系统

在 1990 年钱学森院士提出了开放的复杂巨系统的概念：根据组成系统的子系统以及子系统种类的多少和它们之间关联关系的复杂程度，可以把系统分为简单系统和巨系统两大类。

若系统的子系统数量非常大（如成千上万、上百亿、万亿），就称作巨系统。如果子系统种类很多并有层次结构，而它们之间关联关系又很复杂，就称作是复杂巨系统。如果这个系统又是开放的，就称作开放的复杂巨系统。

简而言之，如果子系统很多并有层次结构，它们之间关联关系又很复杂，这就是复杂巨系统，如果这个系统又是开放的，就称为开放的复杂巨系统。开放的复杂巨系统广泛存在于自然界、人自身以及人类社会。

1.2 开放的复杂巨系统的特性

开放的复杂巨系统具有以下几点特性：

1. 开放性：开放性是指系统本身与系统周围的环境有物质、能量和信息的交换。
2. 复杂性：复杂性意味着子系统的种类繁多、结构复杂、关系难以线性化。
3. 巨量性：它有两种表现形式，一是空间范围大，与周围环境发生的物质、能量、信息的流量大；二是指系统空间范围虽不很大，但包含的子系统很多，随时间变化的相对变化率高。
4. 层次性：开放的复杂巨系统有许多层次，大层次之中有小层次、层次之上有更高的层次。而且，层次内部存在相互作用，层次与外界也存在相互关系。
5. 涌现性在系统科学中，将整体才具有的、孤立的部分及其简单相加所不具有的功能和特性，称为涌现性。它是由部分被整合成为系统后在整体上涌现出来的全新的特性。

1.3 因特网的结构

因特网是一个极其复杂的网络结构，是由遍布全球的、相互作用的上亿台计算机和连接计算机的网络组成的具有一定功能的整体。这一网络的单元及其子

系统的数量十分巨大，各子系统之间或者单元之间的关联关系非常复杂。工程上将因特网划分为由 {人，主机，结构}、{主机系统}、{互联设备，协议}、{介质} 和 {信息资源} 组成的系统。从系统学的角度，将因特网中的主要因素进行提取研究，可以抽象为由四个维度：物理维 (*physical*)，自我维 (*self*)，社会维 (*social*) 和关系维 (*relational*)。其中物理维指主机、超链接和站点，在因特网中，节点所在的主机系统就通过超链接机制互联；社会维指社会政治、经济和意识形态，表现为社会系统的宏观层次，因特网的发展牵动并变革着社会经济、政治、意识系统。

2 讨论因特网的开放复杂巨系统特性

2.1 从自然物理系统角度

从系统的层次来看,自然物理系统处于系统底层,可以看作是由非智能的机械物体构成的,满足特定的自然物理规律。其复杂性的根源在非线性。因特网的基础架构是由主机,光纤或无线信号等传输媒介组成的,满足非智能性与机械性,其信息、能量与物质的变化规律也符合自然物理系统的性质。

因特网在自然物理系统角度属于一个动态系统,从因特网结构来看,它基于统一的网络通信协议标准,因特网节点所在的主机系统是构成因特网的基本单元。因特网借助的 TCP/IP 协议已经成为了计算机网络通信体系的标准,因此无论各种不同类型的主机,只要遵循统一的 TCP/IP 协议栈标准,都可以连入因特网中协同工作。全世界的因特网用户无时无刻不在对因特网中的信息,数据和知识进行实时的增减,共享,搜索,传递或转移。人们在因特网中可以获取到所需要的信息、服务、知识,同时可以也将自己的思维与灵感贡献到因特网中,不断的为因特网提供海量的信息,既带来了量 (*Quantity*) 的增减,也有熵 (*Entropy*) 的改变:通过人类用户和逐渐兴起的人工智能服务,使得因特网中的信息更加有序化,更加方便检索与使用。可见,因特网的形成与发展,以及更加的智能化是其**开放特性**的结果。

今天的因特网分布已经实现了全球化,规模庞大、结构复杂。它由一个相对简单的核心层组成,然后连接着数十亿台完全可编程的计算机。分布于全世界的数亿个网络互联组成了因特网,这些网络或大或小,大到一些全球性的网络,国家级的网络,小到几台电脑连接起来组成的局域网,或是家庭内部控制智能家居的网络。各个层次的网络、主机之间通过超链接彼此互访,如此以来,构成因特网的主机之间、网络之间进行信息、数据、服务之间的交互、转移,形成网状结构,关系错综复杂。目前正在兴起的加密经济网络正将因特网朝着社区管理的、去中心化的方向发展。这正是因特网**复杂性**的结果。

随着信息网络的发展,因特网已经深入到社会系统的每个角落。大的网络有国家各部门的内部网,网络服务商提供的网络服务等等,每个系统的内部网又有许多层次,都通过服务器与因特网主干网相连,共同组成整个因特网的巨大网络。各个小的网络自成系统,包括许多更小的网络或者是单个的计算机,同时多

个小的网络又联合起来组成较大的系统。对于因特网这样一个全球网络来讲,包含着及其复杂的**层次性**。

因特网对用户提供的信息是“ $1+1>2$ ”的。例如用户不仅可以利用搜索功能查找网络中已经存在的信息,还可以与网络上的专家就某个问题进行讨论,或者进行远程会议,或是和相隔千里的网友进行对话,在这些过程中新的信息与服务随之而来的产生。另外,网络文化的形成也可以看作是因特网整体涌现性的表现,是因特网与环境、对象与对象之间交互作用的结果。这些不是单个的计算机或小型的网络就可以办得到的,必须有因特网的支持。此外,因特网内局部的一个微小扰动,例如有人传播计算机病毒,要是没有相应的预防机制,就会出现大面积的感染现象,造成大范围的损失,甚至人在网上的一次误操作往往都会突现为雪崩式的灾难。近年来发生的几次大的电网事故就是例证,这也正是因特网**涌现性**的表现。

2.2 从社会经济系统角度

社会经济系统是一个以人为核心,包括社会、经济、教育、科学技术及生态环境等领域,涉及人类活动的各个方面和生存环境的诸多复杂因素的开放巨系统。社会经济系统与普通物理系统的根本区别在于人的主观意志对该系统具有极大的影响。人类的社会经济系统属于由智能体构成的高级系统,处于系统的上层,其特点是一个价值系统,而价值的判断离不开“有意思的理性”。因特网与人类社会经济系统密切相关,因此也属于系统的上层。

因特网是对外开放的。社会经济系统、社会政治系统和社会意识系统通过主机和用户与因特网进行信息交换。计算机用户依据社会系统的变化所产生的刺激对构成因特网的单个计算机或组成因特网的子系统进行修改,修改的内容包括计算机的软硬件、数据、信息等。修改以后的网络所反映的内容更能反映人们需求的变化,这是社会系统对因特网作用的结果。同时,由于每个用户都可以联接、使用乃至控制散布在世界上各个角落的上网计算机,人与计算机的关系发生了质的变化。人、网络、环境相结合,又形成了一个复杂的巨系统。在这个复杂巨系统中,“人”是系统的主体,处于主导地位,是系统资源的使用者,而系统的资源(包括硬软件、数据、信息内容等)则是客体。通过网上的协同和交流,人的智能和计算机快速进行复杂计算的能力相结合,创造了新的社会生产力,丰

富着大量应用,例如电子商务、通讯服务等等,满足着人们的各种社会需要。人们还可以通过网络收集信息,做出决策,对人的意识、认识产生反作用,进而通过人的行为来改变环境。这些都是因特网对社会系统的反馈作用,体现出了因特网的**开放性**。

因特网带给用户的信息量可以用巨量形容。当前因特网已经建立上亿个网站,万维网上每天新增的网页超过 100 万个,几乎每天都有几亿人在网上冲浪、获取信息、进行交易、建立组织、实施管理,网络已经成为社会生活的神经系统。这些离不开因特网的**巨量性**。

另外,因特网运行的环境是以人为主导的社会系统,也是一个开放的复杂巨系统。社会系统在与因特网的交互作用中,更增加了因特网的复杂性。由于因特网是全球性的网络且具有开放性,它必然要与全球的社会系统发生物质、能量和信息的交换,必然受到来自世界各国经济的、政治的、文化生活的影响。由于各地文化差异,对因特网的组建和管理方式也肯定存在较大的差异。即使是同一个国家、同一个地区的人的意识、行为等也是相差甚远。同时,由于个人或组织所处的环境不同,人的知识、意识、行为等相差甚远,所以不同的人对因特网不同的交互作用,使得计算机上的信息、内容、形式等都不停地变化,难以准确把握。更有甚者,利用网络进行各种违法犯罪活动等,对整个社会产生及其不良的影响。这些都体现了因特网结构的**复杂性和层次动态变化**。

3 结语

从 90 年代钱学森提出开放的复杂巨系统的理论以来,已有十几年的时间,因特网实现了从低级到高级,从孤立到互联,从简单到复杂的演变,成为人们生活过程中的重要组成部分。对因特网这样的开放的复杂巨系统更贴近人们的日常生活,与人的关系密切,其系统结构、行为、功能、演化更容易为人们所理解和接受,研究这样的系统对于促进人们对开放的复杂巨系统及其方法论的认识,对推进开放的复杂巨系统的发展具有促进和示范作用。

参考文献

- [1] 钱学森, 于景元, 戴汝为. 一个科学新领域——开放的复杂巨系统及其方法论 [J]. 自然杂志, 1990.
- [2] 戴汝为, 操龙兵. Internet——一个开放的复杂巨系统 [J]. 中国科学: E 辑, 2003, 33(4):8.
- [3] 张家才, 周登勇. 从开放的复杂巨系统来看 Internet 中的大范围模式 [J]. 系统仿真学报, 2002, 14(11):5.
- [4] 何明升. 复杂巨系统: 互联网-社会研究的一个新视角 [J]. 学术交流, 2005(7):7.
- [5] 孙东川, 魏永斌. 因特网系统特性浅析 [J]. 系统科学学报, 2005, 013(002):49-52.