

基于生态理论的信息系统进化研究

Research on Information Systems Evolution Based on Ecology

何永刚/HE Yong-gang, 黄丽华/HUANG Li-hua, 戴伟辉/DAI Wei-hui

复旦大学管理学院, 上海 200433

School of Management, Fudan University, Shanghai 200433, China

[摘要] 从生态学的观点看, 信息系统是一种生命, 各种各样的信息系统组成了信息系统群落, 群落之间相互依存、竞争, 在信息系统生态中共同进化, 进化的方向是去适应组织的需求等信息系统生态环境。信息系统的发展有着与生物进化相似的过程。将信息系统与生命科学结合起来, 可以从跨学科的高度开辟一个新的研究领域。

[关键词] 信息系统, 信息系统进化, 生态 [中图分类号] TP14, Q141

[文献标识码] A [文章编号] 1000-7857(2006)01-0041-04

Abstract: From an ecological view, Information systems are considered as living species, and exist as communities in environment of information systems. They are competing and depending, and furthermore, evolving by the driving force from the variety of the environment. Based on ecology, the concept of Information system is redefined, the environment is depicted, more important, the theory architecture of development theory based on ecology is built here. At last, the future researches are presented. The purpose of this research is to pioneer a new research field in background of multiple disciplines.

Key Words: information systems, information systems evolution, ecology

CLC Numbers: TP14, Q141

Document Code: A

Article ID: 1000-7857(2006)01-0041-04

1 问题的提出

广义进化研究是目前正在兴起的跨学科研究领域, 进化多指系统对自然界变化漫长的自适应过程。我们也可以利用这一过程本身去解决一些复杂问题, 只需要根据自然法则来产生新的更好解, 不必非常明确地描述问题的全部特征^[1]。在这个意义上, 可以将“可进化”这一特性运用到无数的人工系统中, 只要这些系统的性能受到环境的影响。大自然是人类获得灵感的源泉, 几百年来, 将生物世界提供的答案应用于实际问题求解已被证明是一个成功的办法。计算机病毒、面向对象的编程方法、网络技术、人工生命、基于蚁群算法的聚类算法、演化计算、神经网络等领域的现象与研究都揭示着这一发展趋势。

信息系统的概念相当广泛, 不仅仅是指计算机信息系统, 从简单的信息处理到高级的生命领域无不涉及。信息系统作为世界的组成部分是与物质世界并存并发展的, 生命信息系统的形成与进化是信息系统进化的典型案例和最高形式。生物信息学、现代基因理论以及哲学对信息的再认识, 都从不同的角度揭示了生物信息系统的进化过程。信息系统(以下仅限于广义的管理信息系统 IS)自身、信息系统之间、信息系统与环境之间的关系也都表现出与生物界相同的现象和进化规律。将信息系统看成生命个体, 探讨信息系统的进化过程, 将生物进化的理论泛化, 提出信息系统的生态学理论框架, 将为信息系统研究领域开辟新的研究视角。

2 IS 的演化相关研究

1963 年, 诺兰(Richard L. Nolan)通过对 200 多个公司、部门

信息系统的发展进行的实证研究, 首次提出了信息系统发展的阶段理论(诺兰模型), 把信息系统的成长过程划分为初装、蔓延、控制、集成、数据管理、成熟 6 个不同阶段。诺兰强调, 任何组织在实现信息系统时都存在着一条客观的发展道路和规律, 必须从一个阶段发展到下一个阶段, 不可能实现跳跃式发展^[2]。这一理论有助于我们理解和认识 IT 在组织中的演化, 但它忽略了 IT 发展和组织的对应关系。此后, 厄尔模型(The Earl Model)、布哈布塔模型(The Bhabuta Model)描述了组织如何将自己定位在 IT 计划中具体的某一个阶段, 但却不能很好地分析和描述如何从某一阶段上升到更加成熟阶段所需要的条件^[3]。Sutherland 和 Galliers 两位学者结合 Pascale 和 Athos 在 1981 年提出的新的“成长阶段”模型 7 个要素, 描述了组织如何发展完善其 IT 职能, 而且能够挖掘出一系列与组织运行和管理相互关联的要素。1988 年 W. R. Synnott 参照诺兰模型提出了一个新的模型, 用 4 个阶段的推移来描述计算机所处理的信息。从处理原始数据的“数据”阶段开始, 逐步过渡到加工数据并将它们存储到数据库的“信息”阶段; 接着, 经过诺兰所说的技术性断点, 到达把信息当作资源的“信息资源”阶段; 最后达到“信息武器”阶段, 将信息作为带来组织竞争优势的武器。诺兰模型和西诺特模型均把系统整合(集成)和数据管理分割为前、后 2 个阶段。米切(Mische)于 20 世纪 90 年代提出了信息系统整合与数据管理密不可分。米切提出具有“四阶段、五特征”的企业综合信息技术应用连续发展的米切模型。“四阶段”为起步阶段、增长阶段、成熟阶段和更新阶段。决定这些阶段的特征有 5 个: 技术状况; 代表性应用和集成程度; 数据库和存

收稿日期: 2005-11-02

基金项目: 国家自然科学基金项目(70571016)

作者简介: 何永刚, 男, 河北理工大学讲师, 上海复旦大学博士生, 主要研究方向为信息系统生态, 知识管理; Email: yghe@fudan.edu.cn

戴伟辉(通讯作者), 男, 上海复旦大学管理学院, 副教授, 主要研究方向为高层管理团队、决策支持系统、系统建模与仿真、网络生态学; E-mail: whdai@vip.sina.com

取能力; 信息技术融入企业文化; 全员素质、态度和信息技术视野。米切模型可以帮助企业和开发机构把握自身当前的发展水平, 了解自己的 IT 综合应用在现代信息系统的发展阶段中所处的位置, 是研究一个企业的信息体系结构和制定变革途径的认识基础。以上研究都是将信息系统的发展划分成阶段, 没有从系统内部的机理乃至外部的环境角度提出连续进化的思想, 更没有考虑到今天的信息系统环境的迅速变化, 对信息系统与信息环境的关系研究不足, 特别是对信息系统生命后期的研究没有提出具体的模型, 从而对信息系统的失败或消亡的研究不足。

将生物学的概念应用于计算机科学与技术领域, 特别是软件, 已经很难有创新之举^[4]。有学者以软件生态为指导对 IT 技术与业务集成进行研究, 将软件的位、数据、数据结构、类、对象、程序、算法、软件、电子商务、电子商务生态, 与生物学的粒子、原子、分子、DNA、细胞、氨基酸、蛋白质、组织、器官、物种、种群、生态等概念相对应, 并对每一层次的功能进行了对应分析^[5]。目前关于信息生态的研究比较成熟, 研究的内容比较宽泛, 涉及整个信息社会的范围, 主要集中在 Internet 环境下的信息链、信息质量、信息环境和管理等问题。但是, 针对信息系统的生态研究, 特别是基于生态学的信息系统进化的研究文献还很少, 并且都是在概念层面的探讨, 没有形成一个研究主题。

3 IS 进化理论构建

3.1 信息系统是一种生命

信息系统是指计算机软硬件组成的完成信息输入、处理和输出的人机系统, 是企业面对挑战时基于信息技术的管理与组织的解决方案。生命是一种信息系统, 同样, 我们也可以将信息系统看成一种生命。生命由细胞组成, 通过新陈代谢与外界进行物质、能量和信息交换, 以保证自身的生存; 生命可以自我复制、遗传与进化, 保证种群的生存和发展。事实上, 在信息系统理论中早已经有了生命的思想, 信息系统的生命周期理论已经将信息系统看成了生命体, 系统开发过程和维护也是根据生命周期理论划分的, 而统一开发过程(Rational Unified Process)则提出了分阶段演化的方法, 综合了大量的最佳实践, 与生命的演化过程更加接近。我们将信息系统与生命体分解后进行对应, 如图 1 所示。

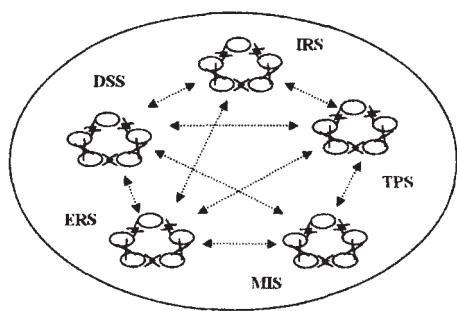


图 1 信息系统与生命系统组成对应

Fig. 1 Component alignment between IS and life systems

从信息系统生命的视角看, 信息系统个体内部包括软件程序代码层次的信息, 代码层次的信息又组成了有一定功能的组件, 相当于生命体的组织; 组件又组成了有独立功能的信息系统的器官, 如数据库、软件的功能模块等; 信息系统器官组成了信息系统, 作为生命个体在信息环境中存在, 与环境进行能量与信息的交换。与生物世界的多样性一样, 信息系统的种类也是多样的, 其功能从简单到复杂, 形式从低级到高级, 如 TPS、MIS、IS、DSS、IRS 等。这里的 IS 可以理解成广义的 IS, 包括地理信息系统(GIS)等

各个领域。每一种类型信息系统又组成了信息系统的种群, 如 ERP 等集成信息系统。不同的信息系统种群在信息系统生态中共存, 每一个体或种群在信息系统生态环境中的某一生态位中生存, 在竞争中有捕食者和被捕食者, 信息上相互依赖, 构成了信息系统世界, 如图 2 所示。

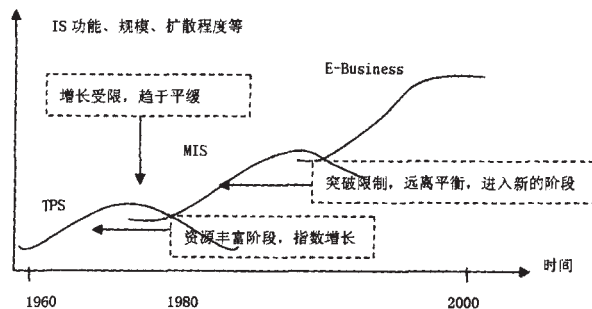


图 2 信息系统群落及其生态环境

Fig. 2 IS communities and IS ecology environment

3.2 信息处理方式的比较

从信息处理角度看, 信息系统对信息的处理方式也与生命对信息的处理有着相似的关系。海夫那(Klaus Haefner)将生物进化中的信息处理划分为 6 个等级: 物理结构和系统、分子遗传、神经系统、社会系统、技术加工和社会技术^[6]。与之相对应, 我们将信息系统的信息处理分为 5 个等级, 对应关系如表 1。生命信息系统可以分为两大系统: 一个是处理外部环境信息的神经系统, 对外部世界做出实时反应, 处理临时的信息; 另一个是 DNA 系统, 处理个体结构组成和遗传信息, 将长久的环境信息(包括物理的、生态的以及社会的)转入 DNA 系统, 形成变异信息并遗传给后代, 以适应环境的变化。信息系统本身是信息的载体, 同时又是信息处理机, 自身的信息记录在信息系统的程序代码中, 表现为系统的功能, 对外部信息的处理是功能的实现, 当外部信息处理功能与外部环境不适合时就有了进化的压力, 在条件成熟时, 外部的需求信息就会被记录到内部的信息代码中, 也就是信息系统的进化。进化过程有时是突变的。知识是一种高度抽象的信息, 是信息的高级存在形式。信息的处理结果是发现知识, 而人类的大脑是以信息为数据, 用知识的原则去处理数据。

表 1 信息处理层次比较

Tbl. 1 Architecture alignment of information processing

类别	生命信息系统	计算机信息系统
物质技术基础	物理结构和系统	硬件、网络平台
内部信息处理	分子遗传	IS软件内部的编码
外部信息处理	神经系统	信息处理功能
信息交流与共享	社会系统	IS群落
生态关系	技术加工	IS生态

3.3 信息系统生态

在自然环境中, 生物与生物之间以食物链形成了相互制约、相互依赖的关系。经过长期的自然演化, 每个区域的生物和环境之间、生物与生物之间, 都形成了一种相对稳定的结构, 具有相应的功能, 最后获得生物与环境的协同进化, 这就是生物生态系统。信息系统作为一种概念生命, 受到环境制约, 反过来, 信息系统对环境也有作用, 支持这种环境中各种要素的变化, 形成一种动态的平衡, 我们称之为信息系统的生态。信息系统生态涉及技术、信息、人、组织等。在信息系统生态中, 信息可以看成是信息系统生存的食物, 经处理后产生更高级的信息, 提供给高一级的信息系

统,形成信息食物链。信息的质量直接关系到信息系统的生存、发展与进化。当今是信息爆炸的时代,信息共享使局部环境内存在海量信息;信息处理技术的提高又产生了大量的信息,如数据挖掘技术在信息中提取了长期沉默的信息。特别是 Internet 将世界上大量的信息连接起来,使信息生态环境更加复杂化。

信息系统需要良好的生存环境,IT 治理所进行的工作可以看成是对信息系统生态环境的维护和完善。早期的 ERP 实施中失败的案例很多,不是 ERP 本身的问题,而是没有 ERP 需要的生态环境。信息的不规范、人员的素质,以及原有系统的竞争、进入成本等,造成了 ERP 这一大型信息系统的失败。规模大的信息系统不一定适合其组织环境,信息系统要与组织的发展阶段对应。从生态学的角度分析,可以存在的物种不一定是强大的,但一定是适应环境的物种,整个种群才有强大的生命力。

3.4 信息系统的进化

从 20 世纪 50 年代中期计算机用于管理领域以来,IS 经历了从简单到复杂的进化演化过程。信息系统的进化历程可以从技术架构、系统实现、数据管理、信息表示、系统功能等几个方面来描述,如表 2 所示。技术架构经历了信息孤岛、以局域网为支撑的内部集成、以 Internet 为技术平台的分布式系统。体系结构从单层结构发展到 3 层乃至多层结构,从 C-S 结构到 B-S 结构。数据处理从基本的信息存储、查询到数据仓库和数据挖掘,经历了从数据到信息、从信息到知识的处理、从定量的处理到模糊处理的过渡,以高度抽象的原则代替具体的数据。计算能力从简单的统计计算到库存模型的优化,到人工智能。系统实现从子程序功用模块功能调用,从组件技术到 Web Service。信息的表现从单纯的数字到文字、图形和多媒体。系统功能从简单数据处理的 TPS 到功能管理的 MIS、DSS,到支持大规模生产的 MRP、ERP,正向着智能方向发展。最近,又有学者提出了 IRS (Information Resource System) 的概念,信息系统被看成是组织的重要资源。

表 2 信息系统不同侧面的进化
Tbl.2 Various views of IS evolution

进化的方面	进化的过程
技术架构	信息孤岛、局域网内部集成、分布式系统
体系结构	单层结构、3 层和多层结构、C-S 和 B-S 结构
数据存储	文件系统、数据库、数据仓库
信息处理能力	简单计算、库存模型的优化、人工智能、数据挖掘
软件复用	子程序功、功能模块、组件技术、Web Service
数据表示	数字、文字、到多媒体技术
功能规模	TPS、MIS、MRP、ERP、IRS
信息表达	数据、信息、知识

生物信息系统的进化过程已经向我们清楚地表达了信息系统的进化规律,是从简单输入、记忆、处理、输出到高级的智力系统;进化过程中在系统的内部记录了大量的外界需求信息,在外部表现为功能的发展或退化去适应环境。信息系统作为生命的一种存在形式,其特性之一是在信息系统生态中不断进化。信息系统的改进、完善、升级,新的信息系统的开发,都可以看成是信息系统进化的具体表现形式。信息系统进化的动力来自需求变化、环境的变化(软、硬件)等外部力量的压力。硬件的升级、网络技术的发展等都要求信息系统在功能、体系结构以及性能上进化。其中最大的压力还是需求变化,系统需求有一定的稳定周期,但是一直是在变化的。这些变化我们称为信息系统的进化压力。信息系统在进化过程中,外界的压力和信息被信息系统记录下来,其形式可以是代码的更改、功能的变化、体系结构的改进等等。在信息系统进化过程中,也会有部分进化信息是系统中的无功能信息,如数据的冗余、遗留系统等。遗留系统表达了信息系统进化过程中过去的需求信息,代表了组织过去的投资和知识。信息系统

进化的内涵不在于功能的强大、技术的复杂,而是与组织的需求相对应、与信息系统的生态环境相适应。

生物的进化过程呈现出逻辑斯谛曲线,其原因是生命在进化中受到外部资源和条件的限制。在一个生态环境中,某种生物的数量不可能无限地增多,个体的体积增大也不可能无限地增长,当系统发展到一定的程度时,就达到了极限,系统就会进化到更加合理的组织形式。现实世界中这些深刻的规律往往被我们早已经习惯了的普遍现象所掩盖。在信息系统阶段理论中的每个阶段都可以用逻辑斯谛曲线来描述,这种惊人的相似揭示了生物生态和信息系统生态的共性。在 TPS 刚刚出现的初期,有广阔的使用空间,投入大量的资金和技术等资源。这一信息系统发展迅速,使用价值不断增加,到一定的时期,满足的基本需求发展趋于平缓,TPS 已经不能满足用户需求,投入的资源开始减少。此时,在新的需求驱动之下,TPS 发生突变,出现了新的信息系统 MIS。同样,MIS、ERP 等系统的发展过程也要经过迅速成长、趋于平缓、开始下降的过程,如图 3 所示。从以上描述看,无论是信息系统自身的组成结构、信息表达和处理,还是信息系统的进化过程,每一侧面无不表现着与生命的进化过程惊人的高度相似性,呈现出从简单到复杂、从低级到高级的进化规律。

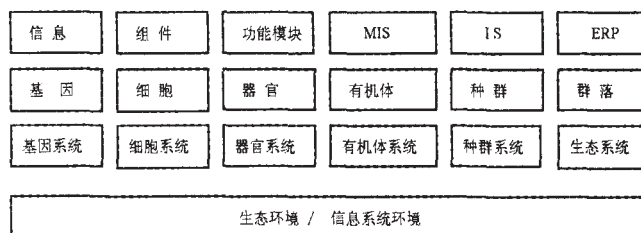


图 3 IS 进化曲线

Fig. 3 Logistic curve of IS evolution

4 结语

信息系统是人机系统,是社会技术系统。信息系统是生物信息系统的非生物表现形式,是人类信息处理器官的扩展。信息系统所处理的信息都代表了人类信息处理的模式和知识,必然与人类自身的(生物的)信息处理发展过程相一致。在复杂的信息系统环境中,在进化的压力作用下,信息系统是不断进化的,进化的方向有着生物学意义上的进化规律。当前信息系统领域的大量研究趋于与组织行为学、社会学、心理学相结合,以及将人类的行为与信息系统结合起来。

生命科学的研究领域可以划分为两大领域:宏观层次的生态学研究——研究生命之间的和生命与外界环境的相互关系;微观研究层次的生命个体研究——研究生命个体内部的原理,乃至 DNA 序列分析,破译生命的信息代码。生命科学视角的信息系统的未来研究也应向两个方向展开。微观层面的研究为信息系统生物学,类似生命科学领域中研究生物体内部机理的分子生物学和生物信息学,研究信息系统内部的编码、组件的构成、功能组成、体系结构、信息的遗传等。宏观层面的研究为信息系统生态学,研究信息系统与信息系统之间、信息系统与外部环境之间的关系(特别是研究组织的行为与信息系统的关系),研究信息系统的生命过程、信息系统生态的组成与评价,以及信息系统进化的规律。在研究方法和路径上,应借助生命科学等多学科的研究成果,从概念研究入手,引进案例研究,构建更详细的模型,开展实证研究。我们可以设想,除系统论、进化论以外,混沌理论和突变论在信息系统世界中也是存在的,这又为信息系统的研究展开了新的前景。

基于投影机- 数码相机的物体三维重建

3D Reconstruction of Objects Based on Camera- Projector System

陶 俊/TAO Jun

武汉大学遥感信息工程学院, 武汉 430079

School of Remote Sensing and Information Engineering, Wuhan University, Wuhan 430079, China

[摘要] 针对三维重建在计算机视觉和近景摄影测量目标物体纹理缺乏的特点, 在传统用数码相机摄取影像数据的基础上, 引入了投影机设备, 构成投影机- 数码相机系统。该系统可使投影机能够人为地给物体表面添加纹理特征, 这些纹理特征清晰稳定、相对容易提取和匹配; 利用投影机虚拟影像和数码相机拍摄的带有投影纹理特征的物体影像构成立体像对, 可通过空间前方交会的方法解算纹理特征的空间坐标; 连接相邻的空间纹理特征点, 可形成物体三维立体模型。实验及其结果证明了基于投影机- 数码相机系统的物体三维重建的有效性和实用性。

[关键词] 三维重建, 投影机, 检校, 平面格网, 数字近景摄影测量

[中图分类号] TP75

[文献标识码] A

[文章编号] 1000- 7857(2006)01- 0044- 03

Abstract: The 3D reconstruction is a research hotspot in the fields of computer vision and close-range photogrammetry. Especially, the 3D reconstruction of objects which are lack of real texture is a great difficulty and challenge. In this study, the slide projector is steered on the foundation of taking images by digital camera traditionally, according to the characteristic lack of real texture. So the camera- projector system is formed. The slide projector can supply the target objects with texture characteristics which are clear and stable so that they are easy to be extracted out and matched well relatively. The space coordinates of the texture characteristics are computed out by the space forward intersection, taking full use of the stereo images composed with the slide of the projector and the images with the texture characteristics taken by the digital camera. The final 3D model is formed by connecting the neighbor space points. The 3D reconstruction based on the camera- projector system in the study is proved and confirmed to be effective and practical by the experimental data and results

Key Words: 3D reconstruction, slide projector, calibration, planar grid, digital close-range photogrammetry

CLC Number: TP75 Document Code: A Article ID: 1000- 7857(2006)01- 0044- 03

1 引言

三维重建就是从二维图像中获取物体的三维信息, 从而构建物体的立体三维模型^[1-3]。三维重建的方法已经有很多, 如多影像匹配、结构光法、立体像对建模、形体体积法、阴影法等等。随着近景摄影测量技术的发展和完善, 利用近景摄影测量原理进行物体的三维重建也是一种很重要的方法。

近景摄影测量的一个主要任务就是恢复物体的立体三维模型。相对于其它的三维重建的方法, 近景摄影测量方法是非接触

式的, 有远离目标物体、获取影像数据容易、重建算法完备等优点。因此, 对于一些不易接触的或者高危的目标物体的三维重建, 近景摄影测量方法有其特有的优势, 如珍贵易碎的古董、高速运动的汽车、高温的铁块等等。

利用近景摄影测量的方法进行物体的三维重建, 关键的难点在于物体的纹理特征的提取和匹配。如果目标物体没有纹理或者缺乏纹理, 对其的三维重建是很难实现的。因此, 本文提出了一种对缺乏纹理的物体进行三维重建的一种方便有效的方法, 即在用

收稿日期: 2005- 11- 18

作者简介: 陶 俊, 男, 武汉市珞瑜路 129 号武汉大学遥感信息工程学院, 博士生, 主要研究方向为图像处理、近景摄影测量、计算机视觉和 GIS; E-mail: martintao@etang.com

张剑清(通讯作者), 男, 武汉大学遥感信息工程学院教授, 主要研究方向为摄影测量; E-mail: Jqzhang@supresoft.com.cn

(致谢: 感谢澳大利亚南奥大学会计与信息学院 Michael S. H. Hang 教授对本文的悉心指导。)

参考文献 (References)

[1] COREN R. 地球信息的增长——历史与未来[M]. 北京: 社会科学文献出版社, 1998: 1- 2.

[2] MCFARLAN F W, NORLAN R L, 陈国清. IT 战略与竞争优势[M]. 北京: 高等教育出版社, 2003- 04: 52.

[3] 魏东, 王景民. 信息系统成长阶段理论的应用[J]. 中华女子学院山东分院学报, 2004(2): 51.

[4] LANGTON. Artificial Life: An overview [M]. MIT Press, 1995.

[5] NGUYEN T N. The Ecology of software: A framework for the investigation of business- IT integration [M]. Journal of American Academy of Business, Cambridge. 2002: 7.

[6] HAEFNER K. Evolution of information processing systems[M]. Springer- Verlag, 1992.

(责任编辑 李慧政)