

生物软件和种植生产的初步研究

方木云 戴小平

(安徽工业大学 计算机学院 安徽 马鞍山 243002)

摘 要 :长期以来人们模拟硬件的生产方式来组织软件开发,随着 Internet 应用平台、软件技术和软件需求的发展,寻找新的软件形态和开发技术成为软件产业的前沿和热点。文中从模拟生物的观点出发提出生物软件和种植生产模式。初步给出了生物软件的体系结构、种植生产的模式、软件和生物之间的对应关系以及生物软件的主要研究内容。

关键词 :生物软件 种植生产 软件体系结构

中图分类号 :TP311

文献标识码 :A

文章编号 :1673-629X(2007)02-0035-04

A Rudimentary Study on Biology Software and Plant Development

FANG Mu-yun ,DAI Xiao-ping

(Dept. of Computer Science ,Anhui University of Technology ,Ma 'anshan 243002 ,China)

Abstract Software development was organized like hardware development mode for a long time ,as the development of Internet application platform ,software technology and software requirements ,seeking new type of software and new kind of development mode becomes the prospective areas of software technology. In this paper biology software and software plant mode are proposed from the aspect of imitating biology. The biology software architecture ,plant mode ,comparing relationships of software and biology and main researching contents of biology software are simply proposed.

Key words :biology software ;plant development ;software architecture

0 引 言

软件在信息化社会中的重要地位促使软件技术需要创新,1968 年 NATO 会议上首次提出“软件工程”的概念^[1],作为一门独立的学科,其发展已近 40 年。软件已经成为全球第一大产业,并且在未来的信息社会里处于灵魂的地位,具有重要的政治、经济和军事战略地位。美国总统信息顾问委员会给出一份报告:如果 21 世纪美国还要在全球占领信息主导地位的话,要做三件事:软件、可裁减的信息基础设施和高端计算。软件被放在第一位^[2]。中国已经制定以信息化带动工业化,发挥后发优势,实现社会生产力跨越式发展的战略目标,软件技术已经提到十分重要的位置。

开放、复杂和分布的 Internet 运行平台孕育新的软件形态,1990 年钱学森、于景元和戴汝为等学者开创性地提出“开放的复杂巨系统”(open complex giant systems)这一科学的新领域及其基本观点^[3]。Internet 就是一个典型的“开放复杂巨系统”,生活在这个巨大

的生态环境中的基本个体是软件,软件从传统的静态封闭环境转移到动态开放的充满着变数的 Internet 环境中,其内涵、形态和生产模式面临着革新。基于 Internet 这一资源丰富的计算平台,杨芙清、梅宏、吕建和金芝等学者创造性地提出了网构软件(Internetware)这一新的软件形态,并认为这种新型的理论、方法和技术将成为面向 Internet 计算环境的一套先进的软件工程方法学体系,为 21 世纪计算机软件的发展构造理论基础^[1,4]。

软件的本质呈现生命特性,杨芙清一直研究软件的本质^[4]。文中认为软件具有生物特性,应用软件生产应该模拟生物的生产模式而不是硬件的生产模式,原因是:

1) 硬件生产线是生产同一种产品,软件由于可以复制,无须建立这样的生产线,生物产品也不需建立生产线;

2) 软件和生物产品一样不是一次成型,具有构造性和演化性,往往有很长的生长期,硬件一次成型;

3) 软件和生物产品一样呈现个性化,尤其是应用领域软件没有通用性,不能标准化,硬件可以标准化;

收稿日期:2006-04-28

基金项目:安徽省教育厅基金资助项目(2005KJ076)

作者简介:方木云(1968-),男,湖北罗田人,副教授,研究方向为软件工程。

4) 软件和生物产品一样具有“肉体”和“灵魂”两重性,源代码是软件的“肉体”,可执行的目标代码才具有“灵魂”,躯体是生物的“肉体”,有生命的活躯体才具有“灵魂”;

5) 生物是智能体,具有自主性、交互性、适应性和自愈性等许多智能特性,而软件发展的趋势正好就是智能化。

应用领域软件的“维护危机”需要生物软件,随着领域工程、构件和构架技术的发展,软件复用得到广泛应用,对许多项目来说,软件分析、设计和编码等一些步骤逐渐弱化,然而对任何项目来说,占软件整个成本 50%~80% 的维护阶段^[5]不但没有弱化反而呈现加强的趋势,文中认为“软件危机”已经演变为“维护危机”。需求的变化、人员的流动、开发和运行的分离(距离和环境的分离)是“维护危机”产生的主要原因。如何解决“维护危机”呢?由于需求的变化性,软件复用技术无法解决,一种智能化的可在线自解决一切问题的生物软件是一种有效的解决途径。

开发商对软件的要求将成为软件新形态的核心驱动力之一,长期以来满足用户对软件的需求是促进软件技术不断发展的核心驱动力,笔者认为满足开发人员对软件的需求是未来软件技术发展的核心驱动力之一,如何解脱开发人员是新软件技术需要解决的问题。

国内外相关研究的现状,近年来软件技术研究的热点有:软件体系结构、软件中间件和 UML 等的研究^[6~14],与文中关系紧密的研究工作有三方面:

一是面向 Agent 软件工程方法,一种被认为是很有前景的软件工程方法,其研究集中在:

(1) Agent-based software engineering 方法的研究^[15~17];

(2) Agent 结构设计研究^[18 21];

(3) Agent 通信语言和协议研究^[22 23];

(4) Agent 面临的挑战研究^[24 25]。

二是网构软件^[1 4],从现有公开发表的文献看只是一个概念,进一步的研究结果还不知道。

三是反射计算,20 世纪 80 年代后,出现反射式程序设计语言系统、反射式操作系统和反射分布式系统的研究^[9]。

文中抛开 Agent、网构软件和反射计算的概念,从仿生学的角度提出生物软件(Bio-Software)的概念,模拟生物组织结构来构造生物软件的体系结构。比尔·盖茨、路甬祥等指出仿生学是 21 世纪很有前景的学科^[26 27],目前在很多领域得到应用,利用仿生学来研究软件体系结构国内外文献还未见到,文中利用仿生学来扩展软件的体系结构。

1 软件种植生产的模式

在某个应用领域内,遵循软件供需双方的规约,供方在需方处播种一粒“软件种子”,种子以用户需求为阳光进行“光合作用”,以 Internet 及其上的中间件为土壤从中吸收代码、对象、构件、连接子和构架等粒度不同的营养成分,发芽生长,供方通过 Internet 进行灌溉、施肥和裁剪,保证软件种子健康成长为生物软件。软件为需方服务为供方收获,在生命过程中一般的“疾病”生物软件通过自身免疫机制进行自愈处理,在不能解决的情况下主动求助于 Internet 上“软件医院”。图 1 是生物软件生态环境的表示。

文中将未来的应用领域软件产业描述成:

(1) 软件产业不模拟硬件产业的模式(共性化的批量生产),模拟生物产品的生产模式(个性化的离散自生长)。

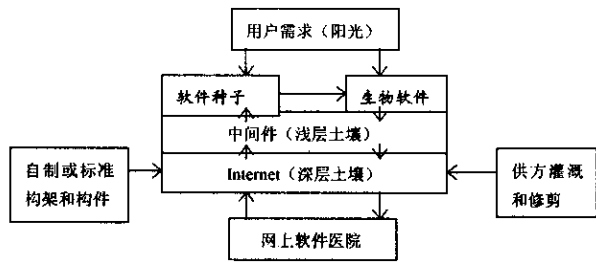


图 1 规约下领域生物软件的生态环境

(2) 软件产业是种植业,在 Internet 网和中间件这个生态环境下存在着一个个的种植园,生物软件孕育在其中。

(3) 在生态环境恶劣的情况下,软件种子可以先在实验室培育,待时机成熟后再移植到使用现场。

(4) 软件默默地自生长,软件开发人员在软件企业和用户之间来回奔波的情况将成为历史,通过 Internet,他们可以在任何时间和地点进行软件生产,即便在异地度假和旅游。

(5) 软件人员的技能要求和劳动强度大大降低,应用软件开发将大众化。

生物软件进一步拓展了软件基本形态的抽象层次。早期的软件形态就是程序代码,软件工程出现后软件形态定义为:软件=程序+相关文档+数据;生物软件是一个复杂的自治系统,原来软件只是生物软件的一个组件,满足用户需求的功能。为了满足自身生长发育的要求,生物软件还具有很多组件。

2 建立软件和生物之间的对应关系

师法自然是中国古代有名的哲学思想,经过 35 亿年进化的生物世界是技术创新取之不竭的知识宝库和学习源泉。建立软件和生物在物质、结构、功能和环境

等各个层次上的对应关系是开展生物软件研究的前提和基础,表 1 是生物和软件之间的对应关系。

表 1 生物结构和软件结构之间的对应关系

类别	生物	软件
基本元素	化学元素	操作符、操作码
基本成分	化合物	语句
基本单位	细胞	模块
功能单位	器官	构件
生命体	生物个体	软件个体
环境	自然界	Internet

3 生物软件的研究内容

1)生物软件体系结构的研究。

传统软件的体系结构只是生物软件体系结构的一个部分,图 2 是生物软件的体系结构。

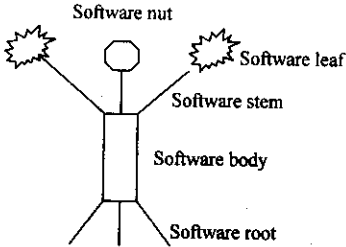


图 2 生物软件的体系结构

软件各部分的功能是：

- (1) 软件根(Software root)负责从 Internet 吸收营养。
- (2) 软件躯体(Software body)负责软件各部分之间的衔接。
- (3) 软件茎(Software stem)负责软件叶子和躯体之间的连接。
- (4) 软件叶子(Software leaf)负责吸收用户的需求,并通过光合作用将用户的需求加工成软件成分。
- (5) 软件果子(Software nut)传统软件就是生物软件果子这一部分,负责完成用户需求的功能。

2)生物软件细胞的构造。

细胞是生物的基本结构和功能单位,因此,生物软件细胞自然成为生物软件的基本结构和功能单位。传统软件的模块对应生物细胞,但传统软件的模块显然从结构和功能上都不能满足生物软件细胞的需要,因此需要改造传统的软件模块结构和功能。

生物细胞结构分为 细胞膜、细胞质和细胞核。生物细胞成分有水、无机盐、糖类、脂类、蛋白质和核酸。水良好的溶剂,无机盐维持酸碱平衡,糖类是生命活动的能源物质,脂类是能源存储物质,蛋白质有催化和免疫等功能,核酸是生物的遗传物质。生物细胞的活

动有分裂增殖、分化、癌变和衰老等。生物细胞有一个全能性的重要特性:生物细胞具有使后代细胞形成完整个体的潜能。

生物软件细胞结构也分为细胞膜、细胞质和细胞核,下面简述各部分功能：

- ①细胞膜:负责与外界通信,是模块接口,具有一定的控制和安全机制。
- ②细胞质:是软件细胞的主体部分,决定软件细胞的类别,根细胞、主干细胞、茎细胞、叶子细胞还是果子细胞,因为不同细胞具有不同的任务和功能。例如,叶子细胞的细胞质中有叶绿体,可以进行光合作用将用户需求转化为软件果子细胞,果子细胞主要承担完成用户功能,是传统软件部分。
- ③细胞核:是软件细胞遗传物质和全功能性信息存放的场所,是细胞遗传和代谢的控制中心。图 3 是软件细胞的结构图。

3)生物软件新陈代谢的研究。

新陈代谢是生物细胞中全部有序的化学变化的总称,包括物质代谢和能量代谢两个方面。生物软件也进行新陈代谢,根据生长期的需要进行物质代谢,如:代码、模块和构件的变化等。

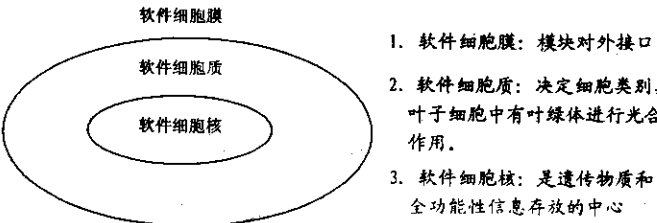


图 3 软件细胞结构图

4)生物软件生殖和发育、遗传和变异的研究。

生物具有有性和无性两种生殖方式。生物软件采用无性生殖方式,即克隆(复制)方式繁殖,主体部分都遗传过来,在新环境和新要求下进行结构和功能的变异。

5)生物软件种子的培育研究。

对于相同或类似软件可以采用复制方式繁殖,但对于新品种的软件需要重新培育其软件种子,将生物软件的果子部分去掉后,可以形成一个粗粒度的软件种子。

6)生物软件生命活动的调节研究。

生物软件在生长过程中面临“病毒”软件等的攻击,因此生物软件需要一定的免疫功能,在生长过程中还需要平衡控制,软件细胞的新陈代谢和发育不是随意的,必须有一定的安全控制,在生长的早期,主要生长果子以外的细胞,在生长的中后期,主要生长果子细胞以满足用户的需要。

在一定的成熟期内,果子与生物软件的其它部分可以分离运行,以保证运行的高效性,果子的迭代可以看成是生物软件版本的迭代。

7 生物软件与环境关系的研究。

环境中影响生物的形态、生理和分布等的因素称为生态环境。

环境对生物软件的影响也非常大。开放复杂的巨系统 Internet 为生物软件的诞生奠定了一定的基础,虽然有 Software/Web 这些概念,但应该看到目前生物软件的生存环境还是恶劣的,因为还没有生物软件生长需要的营养成分,还没有自由安全的代码、模块和构件,人们还没有普遍形成这种观念和想法,也没有人专门来经营这些东西。虽然开源软件目前得到一定的重视,但主要集中在操作系统等大的软件系统方面。

用户对生物软件的接受也需要一定的时间,生物软件将比传统软件更需要用户的配合,甚至需要用户一定的专业知识。

目前,主要的措施是:

* 在实验室建立生物软件生长发育的仿真环境。包括构造软件体系结构,制作软件细胞,培育软件种子,在一个局域网内放置生物软件生长需要的粒度不等的营养成份,代码、模块和构件,仿制叶绿体的光合作用功能,培育生物软件的用户。

* 在实验室取得成功经验的基础上,依托企业项目,将生物软件种子播种到现场,进行实际的生物软件种植。

4 总结和展望

目前国内外文献中尚未看到有关生物软件和种植生产的研究,文中提出全新的软件形态和软件开发方式,将生物和软件之间进行了对比研究,对未来软件开发的模式进行了描绘,显然目前没有得到实践的有力支持,甚至目前很多想法是不成熟的,但是可以相信这是有前途的研究方向,今后将在理论和实践上作进一步的研究。

参考文献:

- [1] 杨芙清. 软件工程技术发展思索[J]. 软件学报, 2005, 16(1): 1-7.
- [2] 吕建. 软件技术与软件产业[J]. 科技与经济, 2002, 15(增刊): 28-31.
- [3] 钱学森, 于景元, 戴汝为. 一个科学的新领域——开放的复杂巨系统及其方法[J]. 自然杂志, 1990, 13(1): 3-10.
- [4] 杨芙清, 梅宏, 吕建, 等. 浅论软件技术发展[J]. 电子学报, 2002, 30(12A): 1901-1906.
- [5] 杨芙清, 王千祥, 梅宏, 等. 基于复用的软件生产技术

- [J]. 中国科学(E辑), 2001, 31(4): 363-371.
- [6] 黄罡, 梅宏, 杨芙清. 基于反射式软件中间件的运行时软件体系结构[J]. 中国科学(E辑), 2004, 34(2): 121-138.
- [7] 黄罡, 王千祥, 梅宏, 等. 基于软件体系结构的反射式中间件研究[J]. 软件学报, 2003, 14(11): 1819-1826.
- [8] 马晓星, 张小蕾, 吕建. 自省的动态软件体系结构描述与实现[J]. 南京大学学报: 自然科学版, 2004, 40(2): 146-155.
- [9] 胡海洋, 马晓星, 陶先平, 等. 反射中间件的研究与进展[J]. 计算机学报, 2005, 28(9): 1407-1420.
- [10] Agha G. Adaptive middleware: Introduction[J]. Communications of the ACM, 2002, 45(6): 30-32.
- [11] Kruchten P. The 4 + 1 view model of architecture[J]. IEEE Software, 1995, 12(6): 42-50.
- [12] Perry D, Wolf A. Foundations for the study of software architecture[J]. ACM SIGSOFT Software Engineering Notes, 1992, 17(4): 40-52.
- [13] Garlan D. Software architecture: A roadmap. The future of software engineering 2000[C]//In: Proceedings of 22nd International Conference on Software Engineering, [s.l.]: ACM Press, 2000, 91-101.
- [14] 邵维忠, 蒋严冰, 麻志毅. UML 现存的问题和发展道路[J]. 计算机研究与发展, 2003, 40(4): 509-516.
- [15] Wooldridge M. Agent-based Software Engineering[J]. IEEE Proc Software Engineering, 1997, 144(1): 26-37.
- [16] Wooldridge M J, Jennings N R, Kinny D. The Gaia methodology for agent-oriented analysis and design[J]. Autonomous Agents and Multi-Agent Systems, 2000, 3(3): 285-312.
- [17] ZAMBONELLI F, JENNINGS N R, WOOLDRIDGE M. Developing Multi-agent Systems: The Gaia Methodology ACM Transactions on Software Engineering and Methodology, 2003, 12(3): 317-370.
- [18] Laufmann S C. Toward agent-based software engineering for information dependent enterprise applications[J]. IEEE Proc - Softw Eng, 1997, 144(1): 355-362.
- [19] Sarjoughian H S, Xiegler B P, Hall S B. A layered modeling and simulation architecture for agent-based system development[J]. Proceedings of the IEEE, 2001, 89(2): 201-213.
- [20] Fischer K, Chaib-draa B, Muller J P, et al. A simulation approach based on negotiation and cooperation between agents: a case study[J]. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics - Part C: Applications and Reviews, 1999, 29(4): 531-545.
- [21] Gou H, Huang B, Liu W, et al. An agent-based approach for workflow management[J]. IEEE Transactions on Systems, 1999, 33(4): 292-297.
- [22] Beer M, d'Inverno M, Luck M, et al. Negotiation in Multi-agent System[J]. Knowledge Engineering Review, 1999, 14

$$\overline{P}_b = \rho \cdot P_b(\frac{E_b}{N_j}) = \rho \cdot P_b(\frac{\rho E_b}{N_j}) = \frac{\rho}{2} \cdot e^{-\rho \frac{E_b}{2N_j}}$$

上式对 $\rho(0 \leq \rho \leq 1)$ 求偏导,并令其为零,由此可以得到最大误码率(最严重的部分频带干扰下的误码率)为:

$$\overline{P}_b \max = \begin{cases} \frac{1}{2} e^{-(E_b/2N_j)} & \frac{E_b}{2N_j} < 1 \\ \frac{e^{-1}}{E_b/N_j} & \frac{E_b}{2N_j} \geq 1 \end{cases}$$

3 仿真结果

应用计算机仿真工具 MATLAB/Simulink 搭建跳频通信系统抗干扰仿真模型,仿真中跳频通信系统采用 BFSK 调制以及非相干解调方式,跳频频点数 $N = 15$,分别对宽带阻塞干扰和部分频带干扰下的跳频系统性能进行仿真,得到如图 3 和图 4 所示的结果。

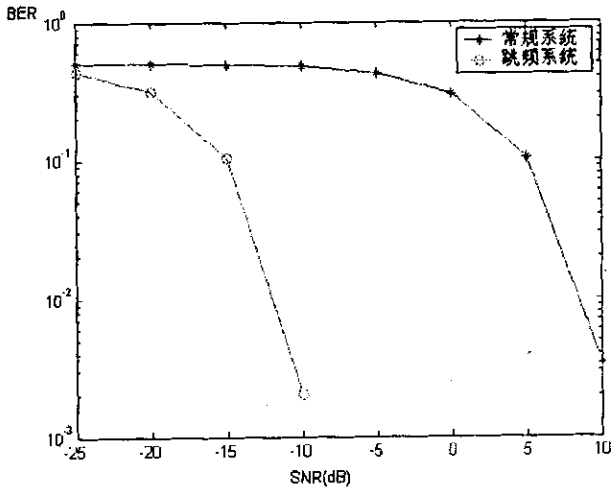


图 3 宽带阻塞干扰下的误码率曲线

从图 3 中可以看到,跳频通信系统抗宽带阻塞噪声干扰的能力比常规的 BFSK 通信系统有了明显的提高。要达到相同的干扰效果,即干扰所致的误码率相同,跳频通信系统要求的信噪比比常规 BFSK 通信系统低大约 13dB,刚好与此跳频系统的跳频处理增益(12dB)大致符合。

从图 4 中可以看到,在采用最大部分频带干扰下,经由 MATLAB 仿真得到的误码率曲线与理论曲线基本吻合,产生误差的主要原因是计算机硬件资源和 Simulink 环境的制约,无法取足够的计算点数。

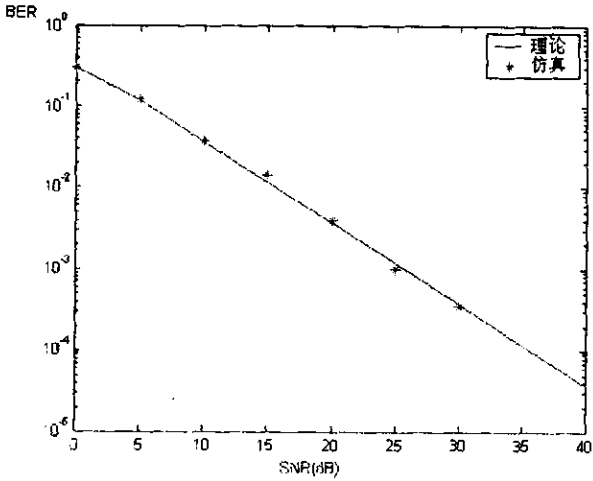


图 4 最大部分频带干扰下的误码率曲线

4 结束语

文中主要讨论跳频通信系统抗干扰性能,具体对在两种通信常见干扰宽带阻塞干扰以及部分频带阻塞干扰下的误码率理论分析计算,并应用计算机仿真平台 MATLAB/Simulink 进行了仿真建模,分别得到了两种干扰下的误码率曲线仿真结果,从而验证了理论分析结果,并为更进一步的抗干扰通信研究打下基础。

参考文献:

[1] Proakis J G. 数字通信[M]. 北京:电子工业出版社,2003.
[2] 朱近康. 扩展频谱通信及其应用[M]. 合肥:中国科学技术大学出版社,1993.
[3] 樊昌信,张甫翔,徐炳祥,等. 通信原理[M]. 北京:国防工业出版社,2001.
[4] 沈允春. 扩谱技术[M]. 北京:国防工业出版社,1995.
[5] 梅文华,王淑波,邱永红,等. 跳频通信[M]. 北京:国防工业出版社,2005.

(上接第 38 页)

(3) 285-289.
[23] Jennings N R, Faratin P, Lomuscio A R, et al. Automated Negotiation: Prospects, Methods and Challenges[J]. International Journal of Group Decision and Negotiation, 2001, 10(2): 199-215.
[24] Wooldridge M J, Jennings N R. Pitfalls of Object-Oriented Development[M]. New York: M&T Books, 1995.
[25] 韩文志. 21 世纪的科学——生命科学[J]. 生命科学仪器, 2003(5): 46-49.
[26] 杜家纬. 生命科学与仿生学[J]. 生命科学, 2004, 16(5): 316-323.
[27] Gao W, Feng X T, Zheng Y R. Identification of A Constitutive Model For Geo-Materials Using A New Intelligent Bionics Algorithm[J]. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences, 2004, 41(s1): 454-459.