

美国高等教育教师设置及结构

Teacher's Disposition and Structure of the US Higher Education

许 笛

(美国西弗罗里达大学教育学院,副教授)

1997年10月在京参加了“中国北京研究生教育研讨会”。中国研究生教育近年来发展之迅速、规模之庞大给到会的国外代表留下了深刻印象,但在学术交流探讨中,国外代表疑问最多的是关于中国高等教育职称设置和这一设置与国际上普遍通用的设置之差异。因此本文将介绍美国高等教育教师设置及结构,仅供国内高等教育改革做参考。

1. 美国大学的教师职称

美国高等教育教师的设置从名称上和中国现在实行的职称大体上相同,分为四种:讲师(lecturer)、助理教授(assistant prof)、副教授(associate prof)和教授(prof)。但美国高等学校在这四种职称上对教师的要求和规定却与中国大不相同。

美国高等院校的讲师至少要获得这一专业硕士或硕士以上的学位(如特殊专长培训证书——specialist degree,或高级学位证书——certificate of advanced degree,这两种学位均介于硕士与博士之间,一般在获得硕士后经受一至两年的专门培训)。助理教授一定要有本专业的博士学位,在教学和科研上要有一定的经历并显示发展的潜力。副教授除了要有博士学位,还需要在高等教育教研中有5年以上的工作经验,更重要的是在教学质量上和科研及论文著作上要有显著的成果。教授的职称是在副教授的条件以外,在教研和论著的数量和质量上要求更上一层楼,科研和论文要在这一专业中有国内、国际上的影响。

在可授予学士以上学位的学校中,在职称上许多学校又有进一步区分,分为本科教员和研究生教员两种。后者又分为两类:一是初级研究生教员(associate graduate faculty),二是高级研究生教员(full graduate faculty),学校所聘请的正式教师自然成为本科教员,可以任教大学本科课程。而升为初级研究生教员和高级研究生教员则要通过由高级研究生教员代表组成的委员会审核批准。审核的依据和标准是教学和科研成就,获有博士学位,教学效果良好,在科研上有论著的教员可升为初级研究生教员,可教授研究生课程并成为博士生委员会

成员。高级研究生教员是有一定的研究生教学经验,在学术论文研究及发表上有成就的教师。他们不仅担任研究生的课程和成为博士委员会成员,而且有权出任博士委员会主席(导师)。

据统计,美国现有高等院校3545所,其中大学156所,4年制本科学院2018所,2年制大专院校1371所。全国高等教员526222人,教授占31%,副教授23.5%,助理教授23.4%,讲师16.1%,其它6%。

在美国高等院校中代课教师和研究生教学或科研助理虽不在正式编制之中,却起着不可忽视的作用。特别是在美国公立大学中,由于各州高等教育经费有限,而不少州学生数目却不断增加。为了节省开支(代课教师和研究生教研助理没有医疗保险、退休金等种种福利,而且工资仅为正式教师的1/5—1/6),越来越多的学校在一些教授退休后,不再招聘正式教师而用代课教师和研究生教学助理代理。据《高等教育年鉴报》报道,在美高等院校中正式教员占60%,非正式教员或代课教师的人数达40%。

2. 教师聘请

根据美国法律规定,任何一所大学聘请教员都需要在全国公开登广告。学校为聘请每位教员组成一个由5到10名系、院、校教师代表构成的聘请委员会。委员会要从数十名、上百名,甚至数百名申请人中择选出前6~12名。然后通过电话会谈核实学历,并在与推荐人深入调查后,最后选出3~5名候选人到校面试。

面试的日程安排是非常紧张的。清晨,聘请委员会的一、两位代表与候选人共进早餐,并开始向候选人提问进行考查。到校后,候选人要与聘请委员会全体成员会面,并进行面试。候选人要先为师生做约一小时的学术研究报告,与系、院教员和学生进行多方面接触,与系主任、院长面谈,并参观学校设施。

面试全部结束后,委员会根据招聘标准与系里需要投票选出最佳人选,经院长、校长批准后正式

雇用。如在候选人中未能产生最佳人选,也及时宣布这一结果,待来年复招。

在美国大学教师聘请中,有一条不成文但普遍适用的规定,那就是各大学一般不招聘刚从本校毕业的博士生。其原因是避免在学术上“近亲繁殖”,或从年限上论资排辈压抑新教员的教学与科研。除了个别在学术上极有成就,令人瞩目的博士毕业生在正式招聘中可能偶有例外,绝大多数学校都广泛遵从这一规定。但这一规定并不限制本校毕业的博士生在他校教研数年后,通过严格的正式申请,回本校任教。

美国高等学校教师的工资是在发出正式聘请后由教员本人同院长谈判而定的。根据学校级别、种类和所在地区,同一职称的教员工资颇有差异。一些州立大学(如新泽西州)由州政府按学位和教龄规定各级教员薪水以保公平,然而实施起来却仍要依院长与教员本人谈判的结果而定。在这种工资制度下,女教员和少数民族教员往往在工资上落后于同职称的男教员和白人教员。

3. 教师鉴定

美国高等院校每年都要对在职教员进行评审鉴定。其内容包括教学、科研和服务三大类。教学评定是根据教员本年中教课门数、学生数量和每门课后学生的评语和鉴定以及在教材教法上的贡献而定的。许多大学把学生对教师的鉴定编集成册公开放在校图书馆内,做为学生选修课的参考资料以促进教育质量。对科研的鉴定则依据在州、地区、全国或国际会议上做的学术报告,所发表的学术论著、申请到的科研经费和其它一些学术研究活动。对服务的评审分为两方面:一是在校内参加各级委员会的数目和贡献(美国大学内许多决策都是通过组成委员会民主讨论制定的);二是在校外各团体中或对社会上的服务(如帮助当地小学建立电脑网络)。

年终,每位教员交上自我总结报告并附上有关资料,系主任或由教员代表组成的鉴定委员会(具体方式依校而定)根据这些材料从教学、科研和服务三方面对每位教员进行鉴定并写出总评报告。评定的标准各院校大同小异,一般分为优异、很好、合格和不合格。这一结果由院长审阅后附上院级鉴定。鉴定书上报学校,由教务长或校长过目并留档;鉴定过程中如教员对鉴定不服可写反驳书信上诉。

这一严格鉴定的目的在于保持和促进教研数量和质量,同时评定中也能及时发现某些教员的不足,给予帮助并促其改进。

4. 晋级

每年的年终鉴定是教员晋级的重要依据。在美国高等院校中最关键的一关为是否能取得终身教职(tenure)。美国高校教师雇用本身不是终身制的,一般分为短期合同制(non-tenure track)和有终

身制申请权(tenure-track)两种,短期合同制是根据学校需要、教研经费的情况和教员工作的质量每年签订合同,决定去留。具有终生教职申请权的教员,按规定一般在校任教五到六年后方可申请终生教职。

申请终生教职的手续是经系主任和院长同意后由教员本人提出申请,申请人按照校方规定对自己在教学、科研及服务三方面所做的贡献进行总结并提供材料(包括校内外学术界人士对其贡献的评价信)。系里每位教员在审看资料后进行投票选举。系主任根据投票结果附上赞成或反对的信件,全部文件上交到院内,由已获终身教职副教授以上的教员代表组成的晋级评委会进行审查、讨论和投票选举,院长根据这一结果附上赞同或反对信件,将全部材料上交到校级评委会审查和投票通过,其结果由教务长和校长分别批准后正式通知申请人,公立大学还要上报州内高等教育委员会审核才能正式生效。未获终身教职者或者得到来年再次申请的一次性许可,或得到正式通知不再留任,另找工作。

从助理教授升副教授,从副教授升正教授的手续是和申请终生教职一样的,不同的是评审的重点是在科研成果和文章论著上。在美国高校里,教员拿不到终生教职更换学校是屡见不鲜的。同时在拿到终身教职的教员中,有的在仅仅几年中升到副教授、教授;而有一、二十年仍为助理教授,两种情况均是常事。

在美国,各高校晋升教职的手续上虽略有差异,但总体相似。因此在一所学校获得终生教职后,更换工作时常可以带着这一终生身份进入另一学校。这一做法在公立学校相当普遍。而私立大学则因校而异,这也常常是在接受聘请的谈判过程中的一个焦点。

5. 美国高等院校教师设置的述评

美国现行的高等教育教师设置与国际上许多国家相仿,在多年的实施中显示了它的优越性。首先是这一制度推动了人材和学术的广泛交流。在美国,很少有教授是从毕业工作到退休都在一所大学任教的。同时这一严格的制度注重教研质量,按学问贡献排队,鼓励教研工作的增长并促进教研上的竞争。另外,这一制度的规范化和普及应用,也为全国高等教育提供了较为统一的标准。

但这个制度在多年应用中也暴露了一些弊病。人材流动一方面大大增进了学术交流,但这种流动性从某种意义上也成为一种负担。资金雄厚、名声很大的学校常常吸引了各方优秀人材;而其它学校则人材流失,难以与之竞争。博士生导师的频频离去,常引起学生跟随导师流动,或者更换导师、重选研究课题。学校也为重新聘请教员花费了大量人力

(下转第 49 页)

进化理论与进化计算——当前的状态与问题*

Present State and Problems in Evolutionary Theory and Evolution Computation

董 聪

(清华大学副教授、博士,智能技术与系统国家重点实验室客座研究员 北京 100084)

20 世纪 70 年代前后,作为广义人工智能的一个重要分支,北美和欧洲的一些科学家开始探索用模拟生物进化的方式求解复杂优化问题。其中,以霍兰德(Holland)提出的遗传算法(genetic algorithm,GA)最具代表性^[1]。80 年代中期,霍普菲尔德(Hopfield)解决了反馈型人工神经网络的迭代稳定性问题,罗穆哈特(Rumelhart)等人发现多层前向网络能够从数据中提取规则。一系列令人振奋的发现在很大程度上推进了人工神经网络(artificial neural network,ANN)研究热潮的再度兴起^[2]。ANN 在探索智能形成机制方面所取得的成就给人以启示:研究智能的最好方式是向人类自身学习,在几十亿年的进化过程中,生物体形成了一种优化自身结构以适应环境变化的内在机制。如果说 ANN 对人工智能研究的主要贡献是解决了智能系统如何从环境中自主学习的问题,那么,遗传算法的新一代支持者则试图揭示学习过程在基因层次上究竟是如何实现的^[3,4]。在生物基础方面,经典遗传算法以达尔文(Darwin)的进化论(1859)和孟德尔(Mendel)的遗传因子理论(1865)为依据;在算法实现方面,它同时具备了结构上的隐含并行性、计算原理上的随机性和自适应性。正是这些优良特性的组合使得遗传算法的研究和应用迅速成为国际学术界和工程界关注的热点^[1,3-8]。在文献[3]中,笔者对经典遗传算法的结构和操作系统进行了系统的剖析,纠正了作为经典遗传算法数学基础的模式(Schema)定理中的一些错误,发现并证明了广义遗传算法的理论体系和算法结构。在文献[4]中,则进一步阐述了广义遗传算法的数学结构,并在宏观上探讨了它的生物基础。之后通过对目前世界单跨最长的铁路、公路两用桥——香港青马大桥上传感器群最优布点设计方面的成功应用,又验证了广义遗传算法具备实现全局最优化的功能^[5]。

广义遗传算法以摩尔根(Morgan)的基因理论

(1920)及戈尔德(Gould)与艾德里奇(Eldredge)的间断平衡理论(1972)为依据,同时融合了迈尔(Mayr)的边缘物种形成理论和贝塔朗菲(Bertalanffy)一般系统理论的一些思想,这正是其在生物学原理上优于经典遗传算法的本质所在。

生物进化原理的发现为经典遗传算法和广义遗传算法的发明提供了温床,这是人们广泛关注的一个方面;但人们普遍忽略了另一个方面,即遗传算法和广义遗传算法本身的严密性和实证性同时也为生物进化原理的检验和拓展提供了可能。正是这种交互作用和影响使我们有可能看清各自存在的问题,并进而发现可能的改进方式。

本文一方面从新的生物进化理论出发,探讨广义遗传算法的生物机制;另一方面,则从算法的逻辑结构和实现方式着眼,推测生物的可能进化方式和策略,并以此为基础,阐述我们对目前流行的生物进化理论的不同看法及我们的生物进化观。

一、广义遗传算法的逻辑结构

广义遗传算法首先将问题的解进行编码,并将编码后的解定义为串,串由比拟为染色体的变量顺序贯连接而成,串中的任一固定段定义为模式,串的品质以适应值的形式来量化。从形式上看,广义遗传算法中的串对应于摩尔根基因理论中的基因型(genotype),适应值函数对应于表现型(phenotype),模式对应于基因族(gene cluster)或基因组(genome)。因此,广义遗传算法可以看作是针对染色体进行操作,根据适应值进行取舍的一种迭代运算。

达尔文进化论的核心在于自然选择,而自然选择的基本素材是生物界普遍存在着的变异现象。达尔文认为,可遗传的变异是实现定向进化的前提。从历史上看,模式定理一直被看成是经典遗传算法的数学依据,并认为它充分反映了经典遗传算法的

* 国家自然科学基金(59505011,59778039)、攀登计划和智能技术与系统国家重点实验室基金资助项目

并行计算机理。在文献[3]中,笔者纠正了模式定理中的一些错误,发现并证明了广义模式定理。经典模式定理和广义模式定理在逻辑结构上是完全相同的,差别仅在于后者纠正了前者证明中的若干错误,并将其适用范围做了推广。广义模式定理由3个顺序连接的环节构成:选择→交换→突变。受达尔文进化论的影响,经典遗传算法更强调选择的重要性,而忽略了突变在进化,特别是在定向进化过程中的积极作用。经典模式定理证明了可通过选择使优良个体的繁衍机会增加,从而有利于实现局部最优化;但对交换和突变在确保解空间各点可达性方面的作用,却未能提供任何有利的依据。在广义模式定理中,变异(基因交换和突变)的作用是破坏性的,而不是它本应具有的积极性,即确保解空间各点的可达性。另外,经典模式定理也没有说明有利的变异在进化过程中如何通过选择进行累积。换句话说,无论从经典达尔文进化论的角度还是从其他更广泛的角度来看,经典遗传算法在逻辑结构上均存在缺陷。

与霍兰德以归纳逻辑的方式从达尔文的进化论出发建立经典遗传算法的思路不同,广义遗传算法是通过演绎逻辑的方式建立起来的:首先建立一个逻辑上合理的算法框架,然后证明这种框架在数学上是可行的,最后才是寻找该算法的生物学依据。

从逻辑上讲,一种算法要想具备实现全局最优化的功能,它只需满足两个条件:(1)具有实现局部最优化的能力;(2)具有从一个局部最优状态向下一个更好的局部最优状态定向转移的能力。

广义遗传算法在生存选择中采用了2/4择优选择的方式,即在基因交换或基因突变的过程中,允许父辈中的优良者和子代中的优良者一同进入下一轮的竞争环境。此举措保证了广义遗传算法的迭代稳定性,并使其具备了实现局部最优化的功能。已经证明,对任意串进行有限次突变操作可实现解空间的遍历搜索^[3,4]。因此,广义遗传算法主要通过以基因型的多点突变操作为主、以基因交换为辅的策略,实现从一个局部最优状态向下一个更好的局部最优状态的定向转移。

从数理逻辑的角度讲,由于采用了局部最优状态的定向转移,使算法为获得全局最优,其搜索域不必覆盖整个解空间,而只需覆盖感兴趣的有限解空间即可。这是广义遗传算法高效率的另一个原因。

文献[4,5]用广义遗传算法成功地解决了香港青马大桥传感器群的最优布点设计问题,并进而推测,在通常情况下,广义遗传算法也具有在有限步内实现问题的全局最优化的功能。已可证明,最大适应值状态的单向可达性是广义遗传算法实现全

局最优化的充分条件。因此,为实现全局最优化,解空间的遍历搜索并不必要。换句话说,广义遗传算法实现全局最优化的条件非常宽松。

广义遗传算法的进化程序和经典遗传算法也是不同的。

经典遗传算法的进化程序为:双亲选择→基因交换→基因突变→生存选择→下一代种群。

广义遗传算法的进化程序为:双亲选择→基因交换→一家四口→2/4生存选择→基因突变→一家四口→2/4生存选择→下一代种群。

也就是说,广义遗传算法将选择原则贯彻于整个生命周期。

二、广义遗传算法的生物学原理

在上一节中,我们系统阐述了广义遗传算法的逻辑框架,并证明这种框架在数学上是可行的。下面则进一步从宏观和微观协同作用机制上明确广义遗传算法的生物学原理。

在生物学原理上,广义遗传算法以摩尔根的理论及戈尔德与艾德里奇的间断平衡理论为依据,同时融合了迈尔的边缘物种形成理论和贝塔朗菲一般系统理论的一些思想。

摩尔根的理论认为:(1)基因是遗传物质的基本单位;(2)基因位于细胞的染色体上;(3)基因在染色体上排列为直线;(4)同源染色体配对期间,两条染色体单体之间会发生交叉现象;(5)同一染色体上的基因之间存在连锁现象;(6)两条染色体单体交叉时,部分基因可能发生交换和重组;(7)基因突变在空间上是随机发生的。

在现代遗传学中,变异(variation)和突变(mutation)是两个不同的概念。由基因交换和重组引起的染色体变化称为变异;基因突变指的是基因本身的改变,即基因的点突变。因此,为完整起见,达尔文时代的变异应包括现代遗传学意义上的变异和突变。

广义遗传算法将串定义为基因型,将变量定义为染色体,因此可方便地描述基因连锁现象,并完整地再现摩尔根理论的全部内涵。

一个完整的进化理论包括两个方面:进化的事实和进化的方式与动力。如果说进化的事实是不容置疑的话,那么,关于进化的方式与动力,后达尔文时代的进化论者,其观点却并不统一,甚至大异其趣。

达尔文的进化论认为,物种在进化过程中以遗传为主、变异为辅。通过遗传,个体的基本特征被后代所继承;通过变异,后代并不完全类同于父辈。变异产生的新的变化,若能够适应环境,则被保留下来,进化的总趋势是物种越来越适应环境。新达尔

文主义者则在基因层次上阐明了达尔文进化论的本质,遗传是通过包含在细胞染色体中的基因来实现的,通过基因交换和基因突变,物种得以延续和进化。基因交换和基因突变可能产生对环境适应性强的后代,通过优胜劣汰的自然选择,优良的基因组组合得以保留。

如同达尔文反对拉马克(Lamarck)的“获得性遗传”理论一样,新达尔文主义者不相信“定向变异和定向突变”的存在。新达尔文主义者认为,基因的突变是不定向的,只有选择作用是定向的。种群基因型的定向变异,是由选择作用造成的,而不是由于个体的定向变异造成的^[9]。在进化方式上,新达尔文主义者普遍赞成渐进模式,并认为自然选择是进化的唯一动力。

迈尔虽然也是达尔文自然选择理论的忠实捍卫者,但思想似乎更开放些。或许正是这种开放的思想使其能够更客观地分析问题。

迈尔指出^[10]:选择的单位应该是个体,而不是单个的基因,也不是种群和物种;并且,基因型是作为一个整体而不是单个的基因在发挥作用,基因结构的整体性和基因间交互作用的存在制约了进化的可能方式。如果说摩尔根基因理论中的基因连锁现象仅发生于染色体内部的话。那么,迈尔所谓的基因型间的内聚约束力则扩展到了染色体之间。

广义遗传算法将串定义为基因型,将变量定义为染色体,将适应值函数定义为表现型,因此,选择是针对个体的表现型进行的。同时,由于遗传操作是在染色体上进行的,因此,只要在不同染色体之间引入适当的相关机制,就可方便地描述基因型间的内聚约束力。

迈尔认为,一个新物种的形成,首先是隔离机制的建立,新物种形成的初期,进化过程通常具有更快的速率。

广义遗传算法中,所谓新物种的形成,就是新极值状态的形成;隔离机制就是主群之间不交配,它的作用是保证多极值点的同步形成,也就是确保进化过程的并行化。

受达尔文的进化论和新达尔文主义学说的影响,经典遗传算法更强调选择的重要性,而忽略了突变在进化,特别是在定向进化过程中的独特作用。新达尔文主义学说认为,突变以恒定的速率发生,这一速率与突变的后果无关。广义遗传算法摒弃了新达尔文主义学说对突变作用的看法,相信选择、定向交换和定向突变的协同作用是实现快速进化的合理方式。广义遗传算法首次将结果反馈引入操作程序,并通过它对选择、交换和突变算子的工作方式进行自适应调节。

在生物进化原理上,广义遗传算法借鉴了戈尔德与艾德里奇在70年代创立的间断平衡理论。该

理论认为^[10]:(1)几乎所有的进化演变都集中发生在物种形成初期,换句话说,小的创始者种群通常具有更快的进化速率;(2)物种形成过程结束后,物种就进入一段相对停滞期。间断平衡理论认为,物种的演化以平缓变化的停滞期为主,其间偶尔被骤变的进化模式所打断。

间断平衡理论突破了达尔文进化论中单一渐变模式的束缚,认为渐变模式和突变模式的交替作用才真正反映了进化过程的本质。

我们发现,自然进化过程中,当环境以平缓的方式变化时,以基因渐变为主要特征的那类群体中的某些个体,由于能够较好地适应环境的变化而得以生存和扩展。平缓变化的环境中,某些个体较其它个体有较多的繁衍机会。在广义遗传算法中,我们将有较多繁衍机会的个体组成的集合定义为主群(heading population),并将其中繁衍机会最大的个体定义为群首(leader),将剩下的个体组成的集合定义为配群(supporting population)。从数学的角度看,平缓变化环境中的种群繁衍,即间断平衡理论中停滞期的种群繁衍,其极限对应于局部最优状态。从广义模式定理可以看出,优势型选择算子有助于局部最优状态的快速逼近。我们知道,达尔文的进化论是典型的渐变论,现在终于清楚了经典遗传算法如此重视选择作用的原因。然而,环境不仅会以平缓的方式发生变化,有时也会发生急剧的变化。在急剧变化的环境中,某些原先进化而来的优良特征可能会成为未来生存的障碍。此时,能够发生更快变异和突变的个体,由于能够更快地适应环境变化而有更多的机会得以生存和繁衍。在环境发生骤变时,主群和配群的分界逐渐模糊甚至完全消失,但生存竞争依然存在,同父辈中残存的优良个体的竞争必将把后代中幸存个体的品质推向一个新的更高的起点。**从数学的角度讲,急剧变化环境中的种群竞争和繁衍,即间断平衡理论中骤变期的种群竞争和繁衍,其过程对应于从一个局部最优状态向另一个更优的局部最优状态的定向迁移。在广义遗传算法中,这一过程主要由合适定义的突变、交换及选择算子的协同作用来实现。**

摩尔根发现的基因连锁现象和迈尔所谓的基因型间的内聚约束力表达了同样的观念,即变异在空间上不可能是均匀的。同样,有理由推测,突变在空间上可能也是不均匀的。从逻辑上讲,突变在空间上的不均匀性必然导致定向突变的存在。

贝塔朗菲认为,自然选择和随机突变在进化中起了重要作用,但绝不是全部作用。自然选择无法解释由简单到复杂的进化趋势,因为这一趋势无疑和有机体内部的自主进化机制有关。贝塔朗菲发现,开放系统的演化会伴随着逐步机械化这一事实。换句话说,原始物种往往具有全能性,或者说无

限制的可能性。但随着进化过程的展开,这些特征逐渐丧失,代之而起的是功能的精确化、固定化,无限制的可能性被有限制的现实性所替代。可能性维度上的压缩实际上意味着定向变异或定向突变的存在。

从历史上看,突变论者在进化论上多数赞成拉马克的观点,即相信定向突变是导致生物进化、特别是垂直进化的动因。

定向突变实际上有两种含义:突变点的不均匀性和突变后果的方向性。摩尔根和迈尔认为前者为生物系统实际采用;贝塔朗非和其他新拉马克主义者推测,后者同样有为生物系统实际采用的可能性。事实上,从逻辑上讲,突变点的不均匀性必然导致突变后果的方向性。换句话说,新达尔文主义者和新拉马克主义者均不否定定向突变存在的合理性。

从数理逻辑的角度讲,偶然性、随机性和非均匀性是3个不同的概念。偶然性排除了规律性的存在,随机性蕴涵着存在概率意义上的规律性,非均匀性是一种独立的属性,它和随机性或确定性之间均不存在必然的联系。事实上,只要承认变异或突变在空间上是不均匀的,必然导致承认定向变异或定向突变的存在,而这一结论事实上和突变或变异随机与否并无关系。

由于承认了定向变异或定向突变的存在,我们现在可以很方便地解释垂直进化和水平进化。与新拉马克主义者忽视自然选择的作用不同,我们认为,自然选择在进化过程中发挥了极其重要的作用,它规定和制约了现实进化的可能方式和倾向。换句话说,自然选择是作为监督机构和反馈环节作用于生物系统的,适应或者不适应决定了是采用正反馈还是采用负反馈,反馈作用的渐进结果便是生存或毁灭。

三、广义遗传算法的操作程序

与经典遗传算法相比,广义遗传算法有以下鲜明特征:

1. 串的适应值取为其对应的目标函数值的单调函数。选择细分为父辈挑选和生存选择两种。父辈挑选采用非重复、不放回随机抽样方式,以确保每个父辈在一代中有一次且仅有一次繁衍机会;生存选择采用允许父辈中的优良者进入下一轮竞争环境的2/4择优选择方式。可以推证,两种择优选择方式的配合确保了进化过程的局部稳定性。

2. 在进化过程的每一次循环,交换和突变操作为一必然事件而非或然事件。

3. 交换和突变操作发生在染色体上,哪条染色体被选中是一非均匀随机事件,其概率依赖于上一

次该染色体发生改变的后果,采用奖优罚劣的策略。很明显,这里采纳了定向交换和定向突变的观点。

4. 以主群的稳定作为进化过程的收敛准则,使遗传算法的收敛性有了明确的判据。

5. 将进化过程分为渐进和骤变两个不同阶段。在渐进阶段,主要通过合适定义的交换和选择算子的协同作用逼近局部最优解;在骤变阶段,则主要通过合适定义的突变和选择算子的协同作用实现局部最优解的定向迁移,从而使下一次循环可在更好的起点上开始。

6. 交换和突变操作的顺序及方式依赖于种群所处的环境状况。在渐进阶段,采用单点或少点交换和突变的方式,交换和突变的操作顺序为先交换,后突变;在骤变阶段,采用多点交换和突变的方式,交换和突变的操作顺序为先突变,后交换。

7. 整个进化过程以渐进方式为主,骤变方式为辅。当进化过程局部收敛时,由反馈环节自动实现渐进方式向骤变方式的切换;同样,一旦群首被更换,则反馈环节自动实现骤变方式向渐进方式的切换。

8. 在骤变阶段,采用均匀随机交换和突变的方式;在渐进阶段,采用定向交换和突变的方式,且随着进化进程的展开,定向性逐步强化。

四、来自广义遗传算法的启示

作为一种进化算法,广义遗传算法具有许多优点。由于广义遗传算法主要是通过逻辑推理的方式构造出来的,而不是直接由生物进化现象或生物进化理论归纳的,因此,从她入手重新审视一下现代流行的生物进化理论,或许会得到一些意想不到的启示。

广义遗传算法的选择单位是表现型,和表现型直接关联的是基因型,而不是单个的基因。随着算法逐步向局部最优状态逼近,基因型中的某些基因组会渐趋稳定。此时,另外一些基因的变化对表现型的特性影响较弱,且越来越弱。这些对表现型的特性影响较弱的基因称为中性基因,而那些对表现型的特性影响较强的渐趋稳定的基因组中的基因称为功能基因。在仿真实验中我们发现,由于选择作用的存在,在幸存下来的个体中,中性基因发生突变的概率大于,甚至远大于功能基因发生突变的概率。

广义遗传算法中的表现型对应的实际上是生物界中的个体。上文已经说过,物种的演化以平缓变化的停滞期为主。在停滞期,种群逐步处于渐进局部最优状态。此时,由功能基因突变而产生的变异个体,由于基本特性变化过大,个体的适应能力

远离近优状态,因此通常难以适应环境而被自然选择所淘汰,结果是这类个体难以留下化石记录;作为对比,由中性基因突变而产生的变异个体,由于基本特性变化不大,个体的适应能力将在近优状态的邻域,因此通常可以较好地适应环境而得以生存,结果是这类个体会留下大量的化石记录。

综合以上分析,可以推测:在停滞期的化石记录中,中性基因发生突变的概率应该大于,甚至远大于功能基因发生突变的概率。

上面是广义遗传算法导致的一个推论。如果这个推论是真实的话,我们有理由推测,广义遗传算法不仅在逻辑上是合理的,它也有可能被真实生物系统采用或部分采用。

由于承认了定向变异或定向突变的存在,我们认为,自然选择不再是进化的唯一动力,而是以监督机构和反馈环节的形式作用于生物系统的一种重要因素,她的作用是规定和制约现实进化的可能方式和倾向。

参考文献

- [1]Holland J H. *Adaptation in Natural and Artificial Systems*. MIT Press, 1992

- [2]董聪,酆正能,夏人伟,何庆芝. 多层前向网络研究进展及若干问题. *力学进展*, 1995, 25(2): 186—196
[3]董聪, 广义遗传算法, *大自然探索*, 1998, 16(1): 37—41
[4]董聪, 广义遗传算法的数学结构与生物基础, *中国科学基金*, 1998, (2):
[5]董聪, 秦权, 陈一珉, 基于广义遗传算法的青马桥传感器群最优布点设计, *CCNS'97*, 南京, 人民邮电出版社, 479—484
[6]董聪, 前向网络全局最优化问题研究, *中国科学基金*, 1997, (1): 23—29
[7]Krishnakumar K, Goldberg D E. Control System Optimization using Genetic Algorithms. *J. Guidance, Control, and Dynamics*, 1992, 15(3): 735—740
[8]Bui T N, Moon B R. Genetic Algorithm and Graph Partitioning. *IEEE Trans. on Computers*, 1996, 45(7): 841—855
[9]张祖洞, *遗传学(下册)*, 北京: 高等教育出版社, 1997, 309—340
[10]E·迈克, *生物学哲学*, 涂长晟等译, 辽宁, 辽宁教育出版社, 1992 (责任编辑 王宏章)

(上接第 16 页)

法和一系列配套法规制度、措施,保障教育经费的稳定来源和不断增长。其次是要提高各级决策层对教育在经济发展和进步中的重要性认识,改变在教育问题上的短视行为。

6. 改革教育管理,提高教育效益

教育管理改革是整个教育改革的重要组成部分,又是其它各方面教育改革的保证。科学、合理的教育管理,有利于增强教育的活力、实现教育资源的优化配置,提高教育质量和效益。

从实现教育现代化的角度来说,近期内我国教育管理改革的内容应包括:(1)进一步改革现在仍然过于集中的教育管理体制,转变教育主管部门的职能,向地方政府和高等学校下放教育权力。(2)打破高等教育管理的条块分割,实现更大范围内教育资源的优化配置。(3)建立起面向社会和公众参与的管理机制,体现教育的民主内涵和平等特征,克服教育的官僚化和行政化,实现教育的民主化,恢复教育的创造性活力。(4)扩大学校办学自主权,并建立起相应的学校内部民主管理制度。(5)鼓励企业、社团和个人办学,实现教育的多元化,满足教育对象扩大及其对教育选择多样化的要求。(6)加强教育法制建设。首先,要制定完备的教育法律和保障其实施的法规与制度,同时制定相关的地方教育法规,形成完善的教育法律法规体系。其次,要依法治教,加强执法监督,保障和促进教育改革。

7. 适应未来需要,发展终身教育

终身教育是指人们在一生中所受到的各种教育与培养的总和。终身教育思想,主张教育应该贯穿于人生的各个年龄阶段,而不是局限于青少年时期;教育也不只限于学校,而是扩及家庭和社会各个方面,把它们的教育功能充分发挥出来,并使之与学校教育相结合,形成遍及全社会的教育网络。发展终身教育,已成为世界各国在寻求 21 世纪教育对策过程中的主流,被誉为“打开 21 世纪光明之门的钥匙”。

发展我国的终身教育,目前最为迫切的是按照终身教育的有关原则^[7],制定终身教育的法规、制度和政策,建立相应的教育机构,制定并认真实施终身教育规划,增加终身教育的经费等。

参考文献

- [1]张艺华,英国政府对教育的高投入和税收优惠政策, *中国教育报*, 1997. 1. 1
[2]肖成林,美国的 2000 年教育战略, *光明日报*, 1997. 10. 21
[3]杨东平,中国进入教育世纪,载于《*学问中国*》,江西教育出版社, 1998 年版
[4]石爱虎等,我国农村教育的困境及其成因分析, *科技导报*, 1995(10)
[5]吴超林等,高等教育发展误区的经济学剖析, *华南师大学报*, 1997(3)
[6]李玢,世界教育改革走向, *中国社会科学出版社*, 1997 年 12 月版, P332
[7]保尔·朗格朗著,终身教育引论,中国对外翻译出版公司, 1985 年版, P64 (责任编辑 肖庆山)