

电子计算机
在生态学方面的应用

生态学研究法讲座 32

生态学にぬねるコンピュータ利用法

古在农树・及川武久・藤井宏一

共立出版株式会社

电子计算机在生态学方面的应用

[日] 古在豊丛・及川武久・藤井宏一 著

牛又奇 石大中 谷肖梅 译

*

上海科学技术文献出版社出版发行

(上海武康路2号)

新华书店经销

浙江洛舍印刷厂印装

*

开本 787×1092 1/32 印张 9 字数 217,000

1987年10月第1版 1987年10月第1次印刷

印数: 1—3,000

书号: 15192·500 定价: 4.50元

《科技新书目》129—216

内 容 简 介

现代电子计算机技术在生态学方面不仅使用于生物统计学分析,而且也越来越广泛地应用于模拟、各种信息检索、测量控制、文字图象、图形处理等方面;特别是作为生物系统解析和系统生态学研究的现代化手段取得了十分惊人的发展。本书系统地介绍有关电子计算机应用的基础知识,计算模拟生物多种多样行为模式必要的数学基础,以及电子计算机初步程序设计方法及常用语言和模拟时常用的随机数产生的方法,作者由浅入深、简明易懂地讲解了在生态学方面应用电子计算机的许多实例,并配有插图多幅。本书可供农学、园林、医学、生物学、生态学等方面的有关工作者,工程技术人员参考,也是大学生和广大科学爱好者学习电子计算机技术的一本入门向导书。

译者前言

由北泽右三、生嶋功等十二位专家教授所组成的编辑委员会编纂的《生态学研究法讲座全集》(共 33 个分册),在日本作为一个学科的普及全书,拥有广大的读者,具有比较广泛的影响。这个译本就是根据全集的第 32 分册,古在丰树、及川武久、藤井宏一著《生态学におけるコンピュータ利用法》一书(共立社)1982 年版翻译的。

最近几年,在国外大量出版了有关电子计算机知识的书籍,但是有关电子计算机在生态学和农业方面应用的专门著作却为数极少,尽管电子计算机的应用已经深入到生态学研究 and 农业生产的各个领域。

本书就是著者为学习生态学及农学的学生和研究人员编写的有关电子计算机在生态学方面应用的一本普及著作。内容简明易懂,容易学习和掌握,也比较切合实际应用,所以我们决定把它翻译出来,介绍给我国读者,供广大生态学、农学研究人员,技术人员作为业务上的参考;也作为一本学习电子计算机在生态学、农学方面实际应用的入门向导书推荐给有关学科的大学生。

我们只希望,如果这本译著能够在广大读者实际应用电子计算机的工作中,对他们多少有些启发和裨益的话,那么,我们将感到十分高兴。

本书的序言及第一章由石大中翻译;第二章、第三章、第四章由牛又奇翻译;第五章及附录由谷肖梅翻译;译文全部图

表、算式及电子计算机在专业方面的实际应用题例由耿济国审校；全书译文由鲁素珍审校。

由于我们水平有限，译文不妥之处恐所难免，敬希广大读者批评指正。

序 言

近年来,电子计算机的应用,不仅以多种形式深入到科学研究、各种产业的各个领域,而且也进入到我们生活的各个角落。与此同时,也出版了大量有关电子计算机应用方法的书籍。

然而,出乎意外的是,专门为学习生态学和农学的学生或研究人员编写的有关电子计算机应用的入门向导丛书却极少。

迄今为止,如果提到电子计算机在生态学和农学等方面的应用,立刻联想到的,只是与统计学分析有关的内容。

但是,现代的电子计算机,并不仅仅应用于统计学分析,而是普遍地应用于各个方面,诸如模拟,各种信息检索、测量、控制、文字处理,图象、图形处理等等。特别是,作为系统分析、系统动态等的研究手段,其发展是十分惊人的,这些手段在生态学方面作为系统生态学也正急速地向前发展着。

本书就是为学习生态学及农学的学生和研究人員而编写的有关电子计算机应用的一本入门向导书。因此,在本书中所介绍的基础或应用的例题大部分都取自于生态学、农学方面。

第一章叙述了与电子计算机应用有关的基本内容;第二章叙述了为把生物多种多样的行为方式模化而加以解析所必要的数学基础;第三章简单扼要地归纳了电子计算机程序设计的初步知识;第四章叙述了在模拟时经常使用的电子计算机产生随机数的方法;第五章介绍了在生态学农学方面应用电子计算机所进行实际研究的一些实例。第五章的最后,从初级阶段

到高级阶段，简明易懂地逐步介绍了叶面的热、水、二氧化碳收支的实际计算步骤。并在卷末有各个阶段的程序设计实例。

本书是为那些把生态学或农学作为一门综合科学，根据系统理论的观点来理解生态系统行为的人们编写的。通过本书，读者大致可以了解如何将复杂的生态系统模型化；如何模拟系统的行为；以及为了解析它们应该如何应用电子计算机。

不过要达到这种执笔意图，是极其困难的。本书结构并不一定很均衡，在内容选择上也有一些侧重。考虑到本学科还在发展阶段以及作者的实际力量，这也是迫不得已的。我们希望今后出现内容均衡的同类书籍。

另外，在书本里数学公式出现得稍多了一些，但是，这决不意味着，不精通数学就不能利用电子计算机。相反，对于现代的电子计算机与软件，即使不精通数学和电子计算机程序设计，只要熟悉研究对象，就能完全运用自如。本书提出的数学公式，只不过是作者为求得论述的正确性而使用的，所以一开始时，不习惯于数学公式的读者，即使跳过去不读，也没有多大关系。

如果本书能够对于那些想以电子计算机为工具，对生态学、农学的发展作贡献的人多少有些帮助的话，我们将感到万分高兴。

最后，要向对于本书的出版给予大力帮助的共立出版社的若井先生，野村先生表示感谢。

著者代表 古在丰树

1982年2月

目 录

第一章 电子计算机概论	1
1.1 电子计算机的功能	1
A. 引言(1) B. 电子计算机与人类的互补性(1)	
1.2 电子计算机的利用形式	3
A. 批系统(3) B. 联机系统(8) C. 传感器系 统(14) D. 实验室自动化(16) E. 小结(16)	
1.3 电子计算机的结构	19
A. 模拟与数字(19) B. 数字电子计算机的构 成(19) C. 程序内部存贮方式(21) D. 算法(21) E. 程序设计语言(23) F. 自动程序设计(24) G. 操作系统(25) H. 网络系统(26) I. 超大 型电子计划机的性能(29) J. 小结(31)	
1.4 数值的表示和运算	31
A. 二进制数和十进制数(31) B. 整数和实数(33) C. 实数输入输出的内部表示(34) D. 布尔代 数(35) E. 二进制计数法的四则运算(36)	
1.5 输入输出装置和输入输出介质	39
A. 输入输出打字机 39, B. 纸带机(40), C. 卡 片机(42) D. 行式打印机(43) E. 显示装置(43) F. 软磁盘(44) G. 分时终端装置(45) H. 其 它(46)	
1.6 微机系统的软件	46

A. 应用程序(47) B. 简易语言(47) C. 编译语言(47) D. 声音识别装置(47)

第二章 基础数学.....49

2.1 微分方程49

A. 微分方程的几何学解释(49) B. 微分方程 $y' = ay$ (51) C. 微分方程 $y' = ay + b$ (53) D. 微分方程 $y' = ay^2 + by + c$ (55) E. 微分方程 $y' + p(t)y = q(t)$ (57) F. 联立线性微分方程组(60)

2.2 矩阵64

A. 矩阵的基础知识(65) B. 行列式(70) C. 逆矩阵(73) D. 线性变换、特征值、特征向量(77) E. 生态学应用实例(80)

2.3 数值计算方法92

A. 数值计算和误差(94) B. 微分方程(96) C. 矩阵的特征值、特征向量(97) D. 插值法、数值积分(99) E. 联立线性方程组、逆矩阵(102)

第三章 程序设计语言概论107

3.1 FORTRAN107

A. FORTRAN 程序设计实例(107) B. FORTRAN 语法要点解说(133)

3.2 CSMPIII153

A. 特点(153) B. 指数函数的增长(154) C. 结束语(159)

第四章 由电子计算机产生随机数161

4.1 序.....161

4.2 何谓随机数.....162

4.3 随机数的产生·····	162
A. 三种方法(162) B. 伪随机数产生方法(163)	
C. 任意分布随机数的产生(167)	
4.4 常用概率分布的随机数的产生方法·····	170
A. 均匀分布(170) B. 指数分布(171) C. 正	
态分布(172) D. 多元正态分布(175) E. 几何分	
布(177) F. 负的二项式分布(179) G. 二项分	
布(180) H. 泊松分布(182)	
第五章 生态学中模拟模型的实例 ·····	185
5.1 实验昆虫个体群的动态模型·····	185
A. 模型的构造(185) B. 单个个体的发育过	
程(189) C. 由模型得出的结果(194)	
5.2 叶片的热、水、二氧化碳收支模型·····	199
A. 前言(199) B. 热收支(199) C. 热、水收	
支(207) D. 热、水、二氧化碳收支(214)	
5.3 根据蒙特卡洛法对植物个体群光环境模拟·····	223
A. 无限群落的光环境模拟(224) B. 块状群落	
的光环境模拟(230) C. 正方形种植个体群的光	
环境模拟(230) 2	
5.4 群落光合作用过程模拟·····	238
A. 单叶的光—光合成曲线的研究(238) B. 群落	
光合作用过程的模拟(240) C. 光和二氧化碳对	
于群落光合作用贡献的评价(246)	
5.5 在农学上的应用·····	249
A. 设计方面的应用(249) B. 测量和控制方面	
的应用(258)	
附 录 ·····	262

A. 热收支程序(262) B. 热、水分收支程序(265) C. 光、二氧化碳、叶温—纯光合成曲线程序(269) D. 热、水、二氧化碳收支平衡程序(272)

第一章 电子计算机概论

1.1 电子计算机的功能

A. 引言

现代社会中，在极其广泛的范围内以各种形式使用着电子计算机。生物学、农学领域也不例外。现在其应用领域仍在日益扩展，它给社会带来的好的或坏的影响，也都越来越大。

电子计算机与其它许多文明机器一样，具有两面性。了解它的工作原理以及了解它的使用现状，对于灵活使用电子计算机都是不可缺少的。

本章首先要叙述电子计算机的功能和利用形式。接着讲解有关电子计算机的结构，最后讲解电子计算机输入输出装置的构造和外观形状。

B. 电子计算机与人类的互补性

电子计算机在现代社会得到如此广泛地应用是有它一定的道理的。要了解其理由，可以先把电子计算机所具有的特殊功能与其它机器以及人类的能力试作一个比较。

电子计算机的功能，从使用者角度看，可以分为以下五种：计算功能，判断功能，记忆存贮功能，输入输出功能，时间管理功能。

这些功能通常作为一个整体起作用。表 1.1 中将它的各种功能特点与人的能力加以对比，分别列示。如表所见，电子计算机和人类在很多方面的功能上具有相互补充的关系。即人类擅长的却是计算机不擅长的；反之也是如此。

表 1.1 人类与电子计算机的相补性

	人	电 子 计 算 机
计 算 功 能	计算速度慢, 不擅长单纯、大量的计算	高速计算: 可在百万分之一~数千万分之一秒之间进行一次计算, 可进行单纯、大量的计算
判 断 功 能	可根据经验进行有伸缩性的综合判断, 可处理突然变故。学习、创造能力强, 有情感	可进行由程序规定的逻辑判断, 不擅长判断具有复杂模式的归属
记 忆 功 能	虽不太正确, 却擅长进行模式记忆和连想记忆。记忆随着时间的流逝日益模糊	可把信息从存贮装置中以百万分之一秒的高速取出, 只要不出事故或没有指令, 存贮不会消失, 存贮复杂时, 则需大容量
输入输出功能	通过五官和手足等进行交流	需要行式打印机、纸带阅读机、卡片阅读机等让电子计算机和人能够理解的特殊输入输出装置
管理时间功能	不正确。不可能进行高速时间管理	正确。可进行高速时间管理

因此, 如能巧妙地发挥二者的作用, 对人类生活将极为有益。

表 1.1 中所示电子计算机的判断功能是“进行由程序所规定的逻辑判断”, 这一点很重要。即电子计算机进行逻辑判断的可靠性、复杂性等等, 全都由人所编制的程序来决定。所以, 编制可以有效地利用电子计算机高速计算功能和正确“记忆”功能的正确程序, 并由人去做整体的综合判断, 这在实际应用上是很重要的。有时, 甚至做出不使用电子计算机为好的大局判断也是很重要的。

电子计算机是一种信息处理机器, 用来代替人进行以往人类用大脑进行的一部分工作。这种信息处理主要是通过电子运动进行的, 因此消耗的电力(能量)极少。

从前人类发明的许多机器都是动力机械, 是控制能量与物

质流动的。在这个意义上，可以说这些机器只是人类手足的延长或替代。然而，由于电子计算机的发明，人类掌握了控制信息流的机器。它可以作为人的大脑部分的延长或替代。因此，应当注意到电子计算机给人类脑力活动及社会活动带来的与动力机械本质上不同的影响。应当注意电子计算机决不是一种单纯进行计算的机械。

1.2 电子计算机的利用形式

如图 1.1 所示，电子计算机的利用形式大致可以分为：批系统(batch system)、联机系统(online system)和传感器系统(sensor base system)三种。

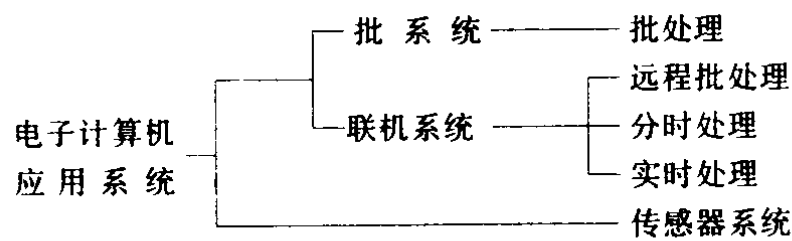


图 1.1 电子计算机的利用形式

A. 批系统

所谓批处理的“批”(batch)就是“一批”的意思。批处理就是把一个或者几个编制好的程序，做为一批在同一时间内处理。在自己或者他人编制的程序里添上数据，拿到属于自己的计算中心去，在那里进行计算，这种情况就是批处理。作为适于批处理的主要条件，可以列举以下几条：

- 集中数据需要一定的时间，
- 数据量比较多，
- 不是那么急于得到处理结果，
- 处理期间无须人介入。

一般，批处理的输入装置采用卡片阅读机，输出装置采用行式

打印机(后述)。

a. 应用程序 通常在各个计算中心都准备有大家经常使用的通用应用程序(application program)。使用这些应用程序时,要认真阅读其使用手册,而自己只要准备好数据就可以了。使用方法极其简单,即使没有什么电子计算机方面的知识也能够运用自如。因为手册中写有程序的适用范围和界限,所以只要充分了解了它,而且提供数据的方法又不错,就能得到相应的结果。应用程序中,也有由专门的程序人员经过长时间编制的、一般人编制不了的高级程序。不过,也有不怎么样的程序,所以使用应用程序时,可以请人判断一下程序质量的好坏。当然,也可以一切都自己干,包括程序编写在内。

为了说明应用程序都有哪些种类,在表 1.2 中列出了东京大学大型计算机中心备有的应用程序分类表的一部分作为例子。这些程序是以程序库(program library)方式备置的。做过使用登记的人,可以按照和图书馆借书同样的方法借到程序。其他计算中心大多数也是这样。

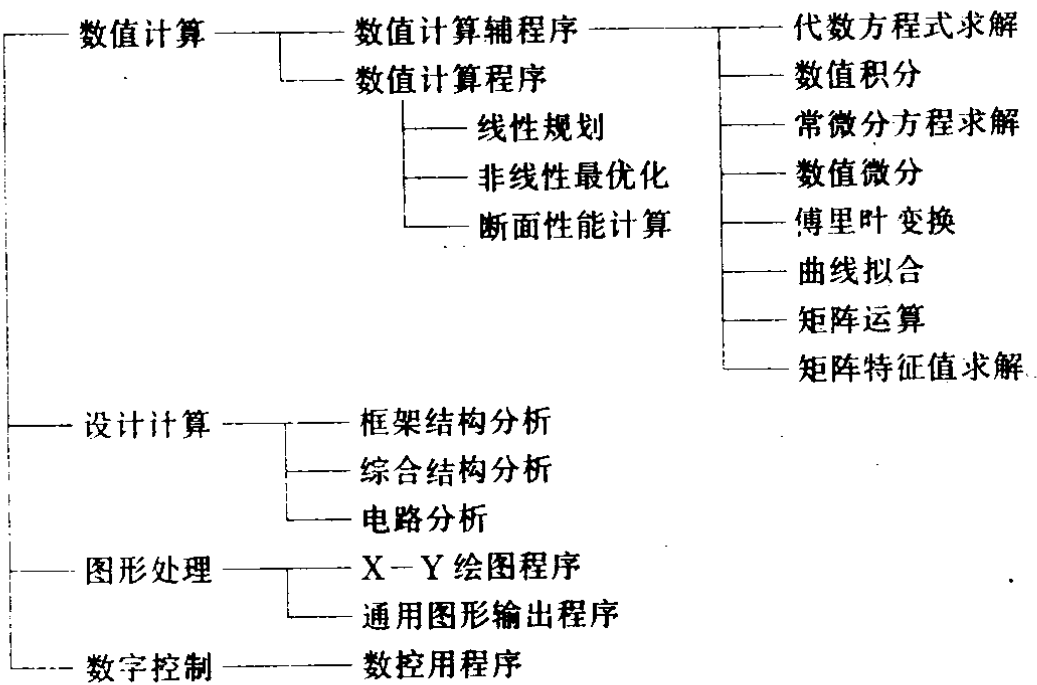
表 1.2 的应用程序大致可以分为:数值计算、设计计算、图形处理、数字控制、模拟、数学规划、统计预测及其他等等类别。图形处理方面的程序要注意计算处理结果不是用数字,而是用曲线、图形、图表等等来表示的。因此,不仅可以让计算机进行数据的计算,也可以由计算机来使它图表化。

b. 科学技术、经营管理计算 无论是使用应用程序库或是使用自编程序,科技·管理计算经常使用批处理方式。这是因为它们大多能满足上述适用于批处理的主要条件的缘故。

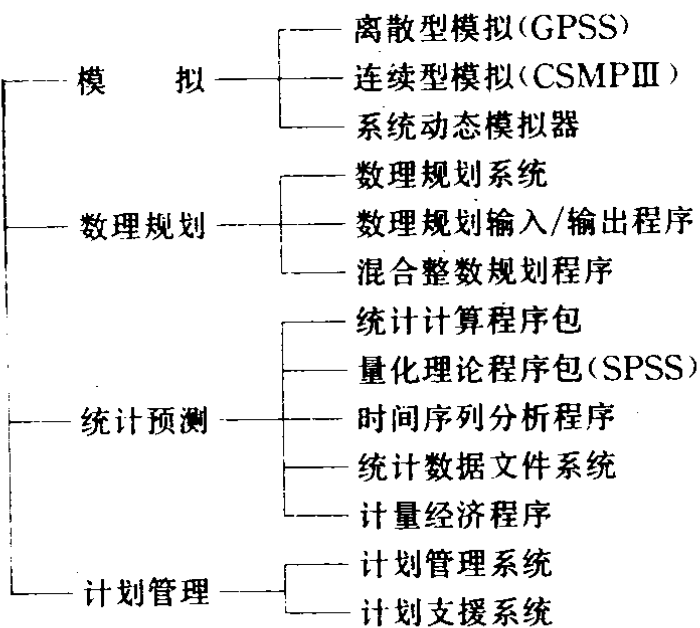
使用者自己编制程序时按其应用的领域大致可分为三个方面:数值计算,统计分析,模拟。数值计算和统计分析的内容从表 1.2 中大致可以看出。模拟应该说是一种数值实验方法。

表 1.2 应用程序库的部分摘录

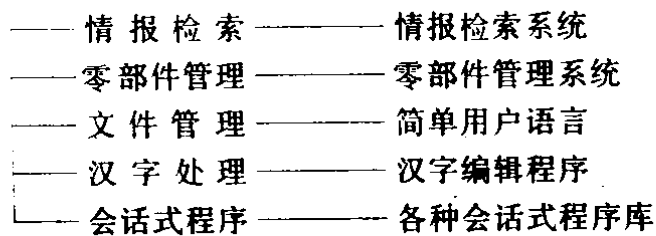
(a) 科学技术计算程序



(b) 管理科学计算程序



(c) 其它



这种方法目前在生物学和农学领域内还不怎么普及，但是正在成为一种非常重要的手段。

c. 模拟 所谓模拟(simulation)就是模拟试验。它是这样一种方法：构造某个系统的模型，利用这个模型推测原系统的行为。这里所谓的“模型”和“系统”指的是下面这样的东西。

i) 模型 模型有很多种。把细菌的个体数量按指数函数增加表示为 $A = IA \times e^{RGR \times T}$ ，这就是简单数学模型的一例。这里 A 是时间 $t = T$ 时的个体数量， IA 是 $t = 0$ 时刻的个体数量， RGR 是相对增长率。

地图是非数学模型的一个例子。它把实际地形简单化，但却包含了原来地形的有关信息。船的缩尺模型也是模型的一例。把它浮在水中就可以测算船的实际阻力。此时，在实物和模型之间，必须满足所谓的“相似准则”。当然，这时船的内部结构并没有模型化。

ii) 系统 所谓系统可以定义为：“由若干个互相关联的要素构成的现实中的某个有限部分”。某个系统各个有关方面的总体，被称为该“系统的结构”。

细胞、植物、动物、种植作物的田地、森林、农田等等都可作为系统的例子。系统及其环境的边界，最好选得使系统尽可能同环境孤立开来。当这一点不可能时，应该这样选择边界，即环境对系统可以有影响，而系统本身对环境不应有影响。

iii) 模拟 系统随时间而变化。也就是说，系统是动态的。把动态系统简单化后表示出来就是动态模型。所谓动态模拟可以定义为：建立动态模型以及研究它的行为。

假如通过模拟的外延和类推，能够增强洞察现实的能力，或者可以导出新的实验计划，那么，模拟就是有用的。再者，如果该模型仅由不能被证实是虚伪的假说构成，并且能够说明相