

专家系统开发工具(TUILI 语言)与海洋生物学研究

黄 勃 刘瑞玉 崔玉珩 相建海

(中国科学院海洋研究所, 青岛 266071)

专家系统(Expert System 简称 ES)是在人工智能(Artificial Intelligence 简称 AI)的研究过程中产生的。不管人们如何看待 AI,但都很现实地承认:解决某一领域内的具体问题,ES 是不可低估的手段,有时甚至可超过同行专家。EH. Shorliffe 等人完成的用于诊断和治疗感染性疾病 MYCIM 系统收到很好效果;斯坦福(Stanford)国际研究所(SDI)研制的矿藏勘测专家系统 PROSPECTOR,在华盛顿州找到了专家未曾找到的一处铜矿。

专家系统的实质是一种特殊的计算机程序,在某个特定的领域内能以人类专家水平,甚至超过专家水平去解决该领域的实际问题。其结构简单地由二部分组成:推理机及知识库。知识库中的知识来自专家的经验及一些基本的事实;推理机是一些程序,用来调动知识库中的知识按照某些规节和控制策略进行推理。

用于开发专家系统的工具有许多(例如 Prolog 语言),Tuili 语言是由我国人工智能专家陆汝铃教授苦攻 4 年完成的。Tuili 英文意思即 Tools of Universal Interactive Logical Inference,中文意思是“推理”的拼音,它是一种通用逻辑推理语言,与其他人工智能语言相比有推理功能强、表达力丰富、模块化程度高、与 Prolog 及 C 语言能自然沟通等特点。

Tuili 的知识表示以产生式系统为主,知识基可分为数据基,过程基,规节基及图象基。

1 海洋生物系统学与专家系统开发工具(Tuili 语言)

系统学(Systematics)是对分类学使用的方法和程序以及生物分异、生物之间各种关系进行理论上探索的科学。目前海洋生物系统学大致有三个学派:综合系统学(Synthetic systematics),数值系统学,又叫数值分类学(Numerical taxonomy),支序系统学(Cladistic 或 Cladism)。三种学派都以生物性状为依据,按照不同的方法进行研

究。综合系统学区分分类群的主要依据是总体性状的相似程度,以达尔文进化论以及生殖隔离作为标志的现代物种概念及其它几个单元(界、门、纲、目、科、属)为推理规节的。数值系统学根据生物表面性状。把分类单元(“OTU”)归并为不同的分类群,是对分类群之间亲缘关系和相似性作数值上的评价和归并。支序系统学首先把性状归为近裔性状与近祖性状,同时按照进化极向(Polarity)的推理规节来进行分类的。因此可把生物各种性状作为知识储备起来,建立共同的数据基。不同的系统学方法有不同的推理规节,可得到不同的规节基。专家系统可把系统学三个不同的派别联系起来,在计算机可同时进行这样三项研究。

三种流派中,影响较深,流传最广的是综合系统学派,下举例说明利用 Tuili 语言,建立专家系统的基本步骤。若要建立甲壳动物纲十足目中的鼓虾属 ES,步骤如下:

- 1.1 选出鼓虾属中各分类单位中具有鉴定特征的因子组成因子集,建立数据基。
- 1.2 把因子按常规分类法,理出层次关系,建立

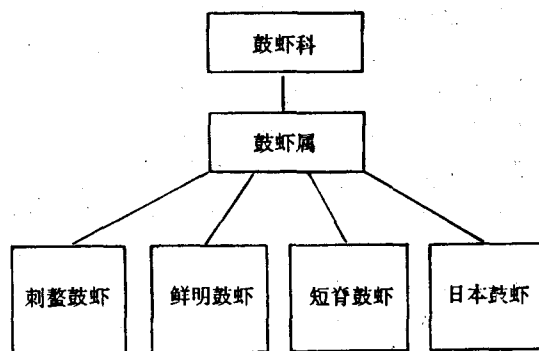


图 1 推理树

推理树(图 1)。

从中提出规节基,调用 Tuili 中的过程基,得以实现推理过程,利用计算机来判断一个未知种的分类位置,

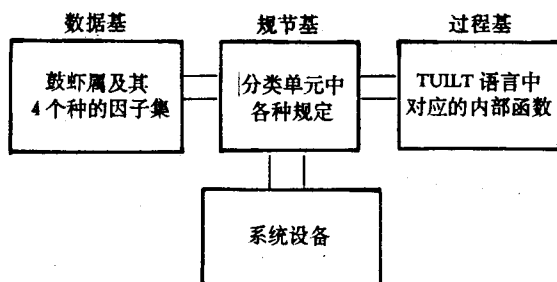


图2 鼓虾属分类专家系统构造示意图
计算机实现的整个过程见图2。

在鼓虾属分类专家系统建立好后，若要鉴定一个种，先根据计算机提问，一一回答，最后计算机告诉正确答案：是不是鼓虾属。若是，会具体显示对应种的名称及有关参考资料。这样，属种的鉴定就成了人机对话，人们所要做的工作只是在键盘上输入 Yes 或 No。节省了时间，提高了效率。若要建立更大分类单元的 ES，其方法相似。其余二种学派：数值分类法及分支系统学，也可同样建立起各自的专家系统。

2 海洋生态学与专家系统开发工具(Tuili 语言)

ES 在海洋生态学中应用报道不多，主要是因为目前微机的内存和外存给海洋生态数据库大小带来限制。目前解决这一问题的临时办法是把各台微机连到主机上建立网络系统，每台 PC 机成为网落中的一个智能工作站，网络系统的建成为用户共享数据、模型成为可能，而专家系统的建立为合理利用与优化网络系统提供有效的方法。

与其他人工智能语言一样，利用 Tuili 语言建立海洋生态专家系统，首先是知识的积累。这里知识可分为二部分：一是生态数据，如：个体数、密度、生物量等(包括处理后的结果)；二是处理生态数据各种有用的软体及软体包(包括专家的经验)，可因此而建立海洋生态专家系统的数据基。

规节基的提出，就具体问题而定。不同的时间尺度及空间范围、不同的水平(种群、群落、生态系统)、不同的研究目的(资源管理、环境保护与监测等)调用知识的方式不一样，这要由用户根据具体要求提出规节基。

对于建立好的数据基与规节基的海洋生态专家系统可直接调用 Tuili 中过程基用计算机来实现。

3 鱼、虾病防治与 Tuili 语言

专家系统用于诊断人类传染病等是很成功的。鱼虾病的防治是海洋生物学研究的热点之一，建立鱼虾病防治的专家系统很有必要、也是切实可行的。其方法如下：

3.1 收集各种病害的病症，年龄，属种类型，养殖的环境资料及现已用过的各种药物等因子，建立数据基。

3.2 根据既成的治疗措施，专家的经验及诊断措施(若诊断不很确定的，可用模糊数学刻画)建立规节基。调用 Tuili 语言中过程基用计算机来判断是何种病，该用什么药。

3.3 在实践中，不断修改数据基、规节基，使专家系统不断完善，准确。

总之，利用 Tuili 语言建立专家系统，基本是按上述三个步骤。本文旨在介绍专家系统开发工具(Tuili 语言)与海洋生物研究的关系，愿它能作为向同行们请教的砖石，在海洋生物学各领域建立起实用的 ES，收到良好的经济效益。

参考文献

- [1] 赵瑞清,1987. 专家系统建造原理及方法,气象出版社.
- [2] 刘瑞玉,1954,中国北部的经济虾类. 科学出版社.
- [3] Reifer,R, 1980. Alogic for Default Reasoning, Artificial Intelligence, 13: 81-132.
- [4] S. E. JΦ rgensen 著,陆健健等译,1988. 生态模型法原理. 上海翻译出版公司.