

基于产生式规则和归结原理的农业专家系统

刘秋红¹, 焦仁普², 张钰¹, 李娟¹, 王哲¹ (1. 河北医科大学, 河北石家庄 050031; 2. 河北师范大学, 河北石家庄 050021)

摘要 利用农业植物病理学的专家知识, 将各种病虫害的诊断方法做成一个专家系统。该系统利用产生式规则推断症状群与疾病群的关系, 利用 Robinson 归结原理分析这些规则, 用启发式搜索的方法推断出病害。为计算机在农业方面的应用提供了新的例证。

关键词 产生式规则; 专家系统; 归结原理

中图分类号 F303.3 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2008)10-04307-03

Discussion on the Agricultural Expert System Based on the Production Rule and Principle Attributed

LIU Qiu-hong et al (Hebei Medical University, Shijiazhuang, Hebei 050031)

Abstract The agricultural plant expertise knowledge was used creates a system of the diagnosis methods of various diseases and pests. The production rules inferred the symptoms and disease-group relations and with Robinson attributed principle these rules were applied to determine various diseases, which provided a new example as computer applications in the field of agriculture.

Key word Production rule; Expert system; Principle attributed

所谓专家系统是一种在相关领域中具有专家水平解题能力的智能程序系统, 它能运用领域专家多年累积的经验和专门知识, 模拟专家的思维过程和决策能力, 解决只有专家才能解决的困难问题。1965 年, 费根鲍姆(E. A. Feigenbaum)和斯坦福大学化学家们研制了化学领域的第一个专家系统 DENDRAL。当给系统输入化学分子式和质谱图等信息后, 它能够通过推理分析输出相应的有机化合物的分子结构, 其分析能力已经接近、甚至超过了有关化学专家的水平。该专家系统为 AI 的发展树立了典范。此后, 各领域专家系统相继诞生, 如数学专家 MACSYMA, 农业专家 PLANT, 生物专家 MOLGEN, 地质探矿专家 PRO SPEC2TOR, 教育专家 GUIDON, 法律专家 LDS, 军事专家 ACES, 医学专家等系统。

笔者利用植物病理学专家的知识库和人工智能技术, 构建植物病理学的专家系统, 以棉花苗期几种常见病虫的判断为例, 利用产生式规则推断症状群与疾病群的关系, 利用 Robinson 归结原理分析这些规则, 推断出病害。对植物病理学的预防和治理工作提供支持。

1 系统结构

植物病理学专家系统就是运用电子计算机技术来模拟植病专家的综合、分析、判断等诊断思维过程的过程。针对上述功能定位, 该系统在分析植物病理学专家判断疾病的实际过程的基础上, 综合应用一般模型和形象思维模型, 设计工作模型。该系统采用标准的专家系统结构。

从数学上看, 植物病理学专家对病害的诊断是从症状到病种的集合映射。以棉花几种主要病害为例, 棉花的常见病种构成疾病群空间 $W = \{Q_1, Q_2, \dots, Q_i, P_1, P_2, \dots, P_j\}$, 这些疾病涉及到的所有症状构成症状群空间 $A = \{A_1, A_2, \dots, A_n\}$ 。在建立数学模型时, 首先根据植物病理学知识和专家意见, 确定每组症状对诊断疾病的支持程度, 即具有该组症状的病株患病害的可能性。然后采用产生式规则, 建立映射模型 $W \rightarrow A$ 。实际应用时, 将各种症候输入, 推理得可能的病害。

要完成一个植物病理学专家系统必须建立该植物病理学专家的知识库, 建立与这些知识相关的规则库, 以及获取

知识的推理模型等。研制一个植物病理学专家系统的过程, 大致有以下一些步骤: 收集对划分起作用的病害症状; 建立规范化的症状表; 收集划分的依据; 建立辩证论治的规则库; 收集处理方法; 建立病害的规则库, 建立与该植物病理学专家知识相关的知识库及规则库。

1.1 知识库 知识库的构建分三步, 第一步是从领域专家处吸取知识; 第二步是将知识归纳整理, 以一定的数据结构存入计算机; 第三步是建立知识库管理系统来对知识进行组织、检索和维护。知识库里, 大约存放着几百条判别规则和几千条关于植物病虫害方面的知识。一边与用户进行对话, 一边进行推理诊断。这种推理规则称为“产生式规则”。

1.2 综合数据库 数据库用于存储相关领域内的初始知识和推理过程中得到的中间信息。知识库和数据库中涉及到的植物病理学术语、症状和病害名称等转换为由数字和英文字母组成的代码。这样不仅能加快病例、知识的输入, 而且占用计算机内存小, 从而提高了系统的运行速度。另外, 代码的规范化也避免了植物病理学术语的不一致性以及人为原因引起的输入差错。

1.3 推理机 推理机是专家系统的“思维”机构, 负责模拟领域专家的思维过程, 控制并执行对问题的求解。推理机的效率和智能水平在很大程度上决定了整个专家系统的智能水平。该系统采用的推理策略以产生式规则的正向推理为主, 以实例推理为辅。根据病害病情在规则知识库中搜索与之匹配的标准病害模式, 得到病害病情模式案。利用用户输入的知识点, 采用的是启发式搜索策略。

1.4 知识获取程序 基本任务是将知识输入到知识库中, 并负责维护知识的一致性及完整性。

1.5 解释机构 对专家系统的结论知识库包括相关领域内的原理性知识作出解释, 回答用户的问题。

1.6 人机界面 即专家系统与专家、设计者及一般用户间的界面, 由一组程序和相应的硬件组成, 用于完成输入和输出工作。

2 农业专家系统在植物病理方面的应用

以棉花苗期几种常见病虫的判断为例, 利用产生式规则推断症状群与疾病群的关系, 关于病害的诊断思维过程除了考虑到形式化的推理过程, 还应考虑到病害的多样性、多

作者简介 刘秋红(1972-), 女, 河北唐山人, 硕士, 讲师, 从事数据库及专家系统的研究工作。

收稿日期 2007-07-19

变性和不确定性,在面对某些病情复杂、症状不典型或合并症较多的病害时,添加专家的特异性判别指标。症状群与疾病群的产生式规则表述如下:

2.1 棉花苗期病害

A.系统的,子叶真叶,黄网、紫斑、青枯、黄枯症状之一 \Rightarrow 枯萎。

B.局部的,子叶真叶,水渍状小点或小圆斑,玻璃上一抹有混浊汁液 \Rightarrow 角斑。

局部的,子叶真叶,扩大的病斑上有溢脓或结痂 \Rightarrow 角斑。

C.局部的,根茎,黄褐色,有环状缢缩 \Rightarrow 立枯病。

局部的,根部,蛛丝状带土粒,不是棉花纤维 \Rightarrow 立枯病。

D.局部的,根茎部,梭形长细纤维斑后期爆裂 \Rightarrow 炭疽病。

局部的,子叶真叶,边缘暗红中央灰白小圆斑 \Rightarrow 炭疽病。

E.局部的,根茎,深棕色长圆斑,不凹陷缢缩 \Rightarrow 红腐病。

2.2 棉花现蕾期病害

A.系统的,维管束变色且黑褐色,真叶,黄网、紫斑、青枯、黄枯症状之一 \Rightarrow 枯萎。

B.系统的,维管束变色且黄褐色,真叶,蛋黄色小斑,且黄萎的斑 \Rightarrow 黄萎。

系统的,维管束变色且黄褐色,真叶,掌状黄萎 \Rightarrow 黄萎。

C.局部的,子叶真叶,水渍状小点或小圆斑,玻璃上一抹有混浊汁液 \Rightarrow 角斑。

局部的,子叶真叶,扩大的病斑上有溢脓或结痂 \Rightarrow 角斑。

D.局部的,根茎部,梭形长细纤维斑后期爆裂 \Rightarrow 炭疽病。

局部的,子叶真叶,边缘暗红中央灰白小圆斑 \Rightarrow 炭疽病。

2.3 棉花花铃期病害

A.系统的,维管束变色且黑褐色,真叶,黄网、紫斑、青枯、黄枯症状之一 \Rightarrow 枯萎。

B.系统的,维管束变色且黄褐色,真叶,蛋黄色小斑,且黄萎的斑 \Rightarrow 黄萎。

系统的,维管束变色且黄褐色,真叶,掌状黄萎 \Rightarrow 黄萎。

C.局部的,子叶真叶,水渍状小点或小圆斑,玻璃上一抹有混浊汁液 \Rightarrow 角斑。

局部的,子叶真叶,扩大的病斑上有溢脓或结痂 \Rightarrow 角斑。

D.局部的,根茎部,梭形长细纤维斑后期爆裂 \Rightarrow 炭疽病。

局部的,子叶真叶,边缘暗红中央灰白小圆斑 \Rightarrow 炭疽病。

E.局部的,根茎,深棕色长圆斑,不凹陷缢缩 \Rightarrow 红腐病。

2.4 棉花吐絮期病害

A.系统的,维管束变色且黑褐色,真叶,黄网、紫斑、青枯、黄枯症状之一 \Rightarrow 枯萎。

B.系统的,维管束变色且黄褐色,真叶,蛋黄色小斑,且黄萎的斑 \Rightarrow 黄萎。

系统的,维管束变色且黄褐色,真叶,掌状黄萎 \Rightarrow 黄萎。

C.局部的,根茎,深棕色长圆斑,不凹陷缢缩 \Rightarrow 红腐病。

2.5 将症状群的部分症状用谓词表示出来(表1) 利用 Robinson 归结原理分析这些规则,用启发式搜索的方法推断出病害。对植物病理学的预防和治理工作提供支持。

用谓词演算和 Robinson 归结原理总结苗期病害,下列列出部分产生式规则:

$$Q6 \wedge Q1 \wedge Q4 \wedge P1 \Rightarrow A1 \quad (1)$$

$$(Q6 \wedge Q2 \wedge Q4 \wedge P2 \wedge P3) \vee (Q6 \wedge Q2 \wedge Q4 \wedge P4) \Rightarrow A3 \quad (2)$$

$$(Q6 \wedge Q2 \wedge Q3 \wedge P5 \wedge P6) \vee (Q6 \wedge Q2 \wedge Q3 \wedge P7) \Rightarrow A4 \quad (3)$$

$$(Q6 \wedge Q2 \wedge Q3 \wedge P8) \vee (Q6 \wedge Q2 \wedge Q4 \wedge P9) \Rightarrow A5 \quad (4)$$

$$Q6 \wedge Q2 \wedge Q3 \wedge P10 \wedge \neg P6 \Rightarrow A6 \quad (5)$$

... ..

其中,和一般表示方法一样,“ \wedge ”表示合取,“ \vee ”表示析取,“ \neg ”表示求反。

表1 谓词和症状的对应关系

Table 1 The corresponding relation between predication and symptom

谓词	症状	谓词	症状
Q1	系统的	P7	蛛丝状带土粒
Q2	局部的	P8	梭形长细纤维斑,后期爆裂。
Q3	根茎	P9	边缘暗红中央灰白小圆斑
Q4	子叶真叶	P10	深棕色长圆斑,不凹陷缢缩
Q5	根部	P11	黑褐色
Q6	苗期	P12	蛋黄色小斑
Q7	现蕾期	P13	黄萎的斑
Q8	花铃期	P14	掌状黄萎
Q9	吐絮期	P15	棉花纤维
P1	黄网、紫斑、青枯、黄枯 症状之一	A1	枯萎
P2	水渍状小点或小圆斑	A2	黄萎
P3	玻璃上一抹有混浊汁液	A3	角斑
P4	扩大的病斑上有溢脓或结痂	A4	立枯病
P5	黄褐色	A5	炭疽病
P6	有环状缢缩	A6	红腐病

2.6 推理过程 假设已知是在苗期,有的植株根茎部有梭形长细纤维斑,有的植株有梭形长细纤维斑并有爆裂,发病为局部而非系统。

结论推理过程如下:① $Q6 \wedge Q2 \wedge Q3 \wedge P8 \rightarrow A5$;② $P8$;③ $Q6$;④ $Q2$;⑤ $Q3$ 。

问:结论是什么?

可化为子句集:① $\neg(Q6 \wedge Q2 \wedge Q3 \wedge P8) \vee A5$,即 $\neg Q6 \vee \neg Q2 \vee \neg Q3 \vee \neg P8 \vee A5$;② $P8$;③ $Q6$;④ $Q2$;⑤ $Q3$ 。

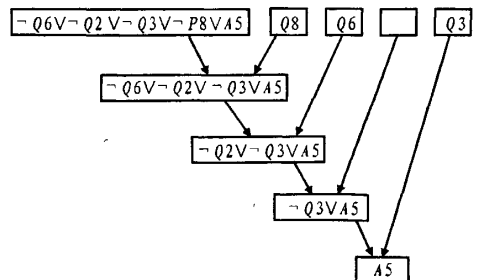


图1 Robinson 归结反演过程

Fig.1 Process of Robinson's resolution by reverse deduction

由图1可见,根据 Robinson 归结原理,得出结论是 A5,即炭疽病。

该系统采用 Robinson 归结原理得到了正确的结论。但具体的推理过程主要靠软件具体完成。系统采用正向推理,其中,中止条件是知识库中再无适用的知识或经推理得到

了问题的解。推理过程如图2。

笔者主要用于协助植物病理学工作者诊断和治疗各种植物病虫害。病理工作者只要懂得如何操作计算机,通过人

机对话的方式,按病理知识即可以生成一个植物病理专家咨询系统,可判断各种田间的植物疾病。

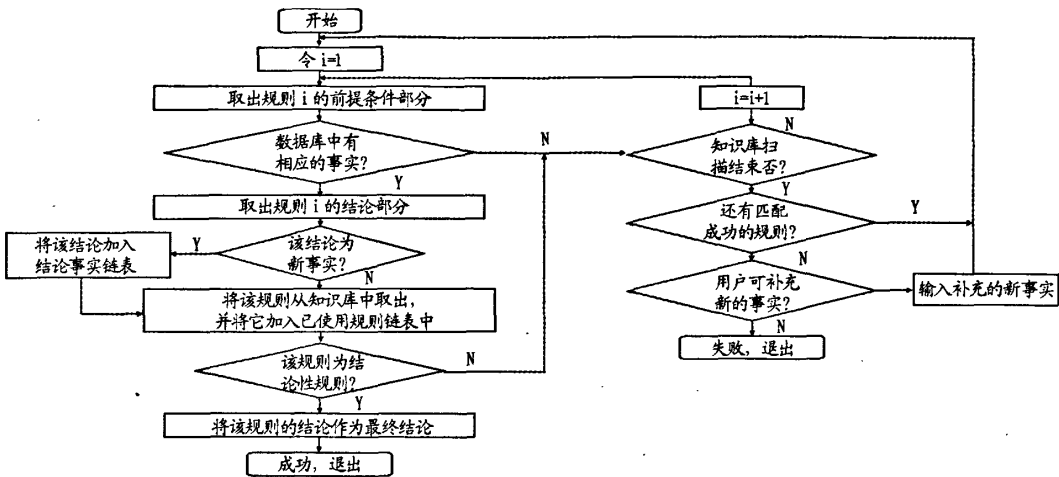


图2 推理过程

Fig.2 The reasoning process

3 结论

利用农业植物病理学的专家知识,将各种病虫害的诊断方法做成一个专家系统。该系统在对植物病理学专家诊断棉花病害全过程分析研究的基础上,综合采用产生式规则、利用症状群与疾病群的关系,用 Robinson 归结原理推断出各种病害。作为一个农业专家系统的例子,为计算机技术在农学领域的进一步应用提供了新的例证。

参考文献

- [1] 王永庆.人工智能原理与方法[M].西安:西安交通大学出版社,1998.
- [2] 陈世福,陈兆乾.人工智能与知识工程[M].南京:南京大学出版社,1997.
- [3] 易涛,魏蛟龙.心血管药物治疗专家系统的设计[J].中国药房,2003,14(7):406-407.
- [4] 陆志平,李媛媛,魏方等.人工智能、专家系统与中医专家系统[J].医学信息,2004(8):458-459.

(上接第4279页)

致权力腐败,从而侵害农民土地权益的事件发生。

2.7.4 改革征用集体土地的办法。从《土地管理法》中可看出,国家征用集体所有的土地,是国家(政府)单方面的行为,农民集体作为所有者的地位没有得到应有的尊重。应在立法中对公共利益作出明确规定,以防止征用权的滥用。应将现行的征用制度改为征用和征购制度,凡真正属于国家公共利益需要的继续按现有规定征用,对于商业性目的用地应改为征购。国家在征购过程中进行指导、协调,不包办一切,让农民集体与用地方协商达成协议后由政府批准执行。对于征购的土地除按现有规定支付补偿、补助和安置费用外,还应支付前项费用总和5~10倍的地价款。

2.7.5 限制发包方任意调整土地的权利。在合同承包期内,就是否应当允许发包方对土地进行调整有两种看法:一是要真正实现农地承包经营权的物权化,就要实行“增人不增地,减人不减地”的土地政策。二是应当允许在一范围内对土地进行微调。这两种看法其实是公平与效率的冲突。公平与效率都是法律追求的目标,法律的目标首先是公平,当公平与效率发生冲突时,公平应当优先于效率。在人地矛盾比较尖锐的地方,不公平比低效率对社会的负面影响会更大,进行一定程度的调整是必要的。但在农地的保障

功能不突出的地方,促使农地得到高效率利用则成为优先考虑的目标,应当限制发包方任意调整土地的权利。

2.7.6 规范村农民集体组织和集体经济组织的经营管理活动。制定《农民集体组织规则(章程)》,规定农民集体组织的性质、组成、职责、权限以及行使权利的原则、程序等,使集体土地所有权主体明晰,农民行使权利有规范的组织形式和规范的运作程序。制定出台《农村集体经济组织资产登记和经营管理条例》,通过工商登记来认定集体经济组织的法人资格。从而强化村农民集体组织和集体经济组织的主体地位,遏制村委会在农地经营管理上的乱作为。

参考文献

- [1] 孙仲彝,黄国桢.改革农民集体土地使用制度推进全面建设小康社会[J].上海改革,2003(11):53-56.
- [2] 佚名.十问重庆经济之七:“农地流转”该怎样突破[EB/OL].(2007-08-30)[2008-01-15]http://bbs.sxwx.com.
- [3] 王卓祺.城乡统筹发展模式比较[J].开放导报,2007(6):35-37.
- [4] 杨德才.论我国农村土地流转模式及其选择[J].当代经济研究,2005(12):51-54,74.
- [5] 单玉丽.台湾第二次经济转型期农业发展走势述评[J].台湾研究集刊,2001(4):91.
- [6] 王恩胡.英国、日本、中国台湾地区食品革命与农业调整的经验[J].世界农业,2006(11):9-12.
- [7] 李仙娥,杨勇.国内关于城乡差距基本理论问题研究综述[J].经济纵横,2005(3):72-74.
- [8] 赵伟.中国的城乡差距:原因反思与政策调整[J].武汉大学学报:哲学社会科学版,2004,57(6):23-29.