

基于群决策的小麦黑胚病预报系统

张泊平, 冯朝一 (许昌学院计算机科学与技术学院, 河南许昌 461000)

摘要 基于群决策的小麦黑胚病预报系统采用群决策方法集结多专家预报意见, 充分考虑专家组的集体智慧, 体现专家的个人能力, 提出了专家支持度的确定方法, 设计了合适的指标体系, 并考虑了将专家的预报结论与实际比对分析后动态调整专家支持度的策略。

关键词 小麦黑胚病; 预报系统; 群决策

中图分类号 S431 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2009)12-0546-02

小麦黑胚病(Black Qunt Disease) 又称小麦籽粒黑点病, 其病原菌产生毒素, 危害人体健康, 影响小麦生长, 致使小麦减产、质量降级, 影响农民的收入。随着人们对病理的认识加深, 数学理论的应用及其他学科的发展, 学者们相继提出用传播动力学模型、病原模拟模型^[1]、变维矩阵模型^[2]以及种群生命表分析方法等对其防治或预测^[3-4]。笔者考虑小麦生长过程中的多个属性, 采用多种手段来收集小麦本身的各种信息, 提出群决策方法。该方法选用合适的偏好集结获取确诊方案; 以功能强大的系统软件与数学模型来完成各种指标的采集、监测和分析, 以对小麦会诊过程中各种群决策提供内容支持和过程支持。

1 群决策支持方法及模型

1.1 群决策方法 群决策在一定程度上能为用户提供探索特定领域问题实质的支持, 体现为与决策问题有关的数据、信息、知识的处理, 着重于问题的内容, 试图在给定的社会或群体约束和目标下, 找到最优解或满意解^[5]。专家群决策问题, 本质上是一个对方案的评价和对专家评价的双重评价问题^[6], 由于专家个体在素质、能力以及知识结构、经验等方面具有差异, 在合成个体专家决策结果时, 应避免不加区别地进行算术平均, 这样得到的群决策结果可靠性较差, 当个体意见分歧较大时, 集结后的群决策结果往往偏离许多决策者的意愿。对多专家决策信息合成时, 专家权重的确立是一个复杂的问题。基于此, 有学者提出利用加权平均法, 即利用专家权重来合成个体专家决策结果, 这就考虑了个体专家之间的差异, 但是专家权重往往非常难以给出。根据专家的权威和声誉先验地给出, 在使用上容易受到局限, 如对于不太熟悉的专家, 难以给出适当的权重。

1.2 群决策过程模型

1.2.1 群决策的假设。 专家意见以量化方式给出, 即以数量方式表示、评价、判断或直接评分。专家在给量化结果之前, 获取并掌握了目标问题的完整信息, 而且经过了充分的交流和讨论, 在此基础上经过了充分长时间的独立思考, 给出的结果代表了专家的本质看法。由于客观问题的复杂性, 存在主观判断的偏差、环境的不确定性, 以及专家能力的限制, 参加意见集成专家采用合作态度, 允许对其给出的评分意见进行一定程度的调整。

1.2.2 群决策过程模型。针对小麦黑胚病会诊决策、群决

策特性以及不同交互方式的特点, 建立了小麦黑胚病远程会诊群决策过程模型(图1)。参与会诊决策的专家在了解待确诊小麦黑胚病症的基础上, 针对备选方案集, 给出自己的意见。通过系统进行一致性分析, 如果满足集结规则, 则直接进行数量集结获得最终会诊建议。如果不满足集结规则, 则在一致性分析的基础上, 进行针对性协调讨论, 让个别专家给出修正意见, 再进行数量集结, 最后得到会诊建议。

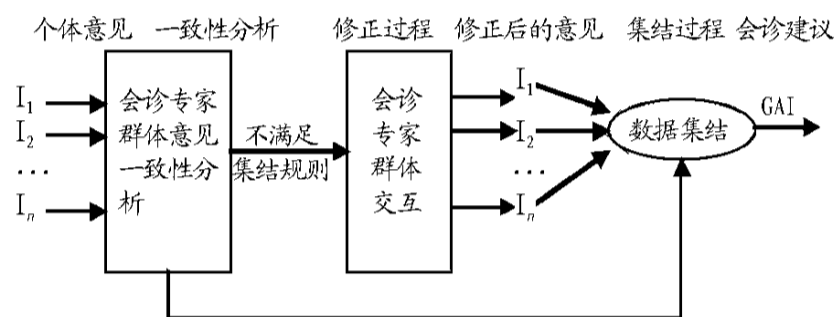


图1 群决策的过程模型

2 群决策的一致性分析及过程

2.1 群决策的一致性分析 假定决策群体 D 由 m 个决策成员 d_1, d_2, \dots, d_m 组成, 评价被选对象集合 X 由 n 个决策备选对象 $x_1, x_2, \dots, x_m(n-2)$ 组成, 决策群体中各决策成员的地位用权重向量 $W = (w_1, w_2, \dots, w_m)^T$ 表示, 满足 $\sum_{i=1}^m w_i = 1$, 每个决策成员对所有备选对象的偏好用向量 $W^i = (W_{i1}, W_{i2}, \dots, W_{in})$ 表示, 且满足 $\sum_{j=1}^n W_{ij} = 1 (W_{ij} > 0)$, 表示在该决策人看来, 各被选方案的可能程度^[6]。对任意偏好向量 W, 都可以计算得到其元素的排序向量 $O^i = (O_{i1}, O_{i2}, \dots, O_{in})^T$, 其中 O_{ij} 表示在第 i 个决策成员看来, 第 j 个备选对象在所有备选对象中的排名次序, 即偏好序, $1 \leq O_{ij} \leq n$ 。

定义1 $P d_i, d_j \in D, i \neq j$, 决策成员 d_i 和 d_j 评价意见的广义距离为 $d(i, j) = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n |O_{ij} - O_{ij}|$ 。

d_i 和 d_j 的意见越接近, d_{ij} 和 d_{ji} 越小。如果 d_i 和 d_j 的意见非常接近, 即二者给出的 n 个备选对象的排名次序相同, 但每个备选对象的权重略有不同, 则 $d_{ij} = 0, d_{ji} = 0$ 。如果二者给出的 n 个备选对象的排名次序相同, 但二者给出的每个备选对象的权重分配差异较大, 则 $d_{ij} > 0, d_{ji} > 0$ 。如果 d_i 和 d_j 的意见分歧较大, 不仅二者给的每个备选对象的权重分配差异较大, 而且二者给出的 n 个备选对象的排名次序也明显不同, 则 d_{ij} 较大, d_{ji} 较大。

定义2 $P d(i, j) = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n |O_{ij} - O_{ij}|$, 两决策成员意见的标准广义距离为: $Q_{ij} = \frac{d_{ij}}{\max} + \frac{d_{ji}}{\max}$, 式中 $\max = 90$; $\max =$

基金项目 国家自然科学基金项目“基于灰色系统理论的图像压缩与检索技术研究”(60475040); 河南省科技攻关项目(2008-A520022)。

作者简介 张泊平(1975-), 女, 河南汝南人, 硕士, 讲师, 从事决策支持、图像信息处理与软件工程研究。

收稿日期 2009-02-11

$n/2$ n 为偶数
 $n/2 - 1/(2n)$ n 为奇数
 和 分别为排名次序和权重向量夹角的加权系数,且满足 $\sum = 1$ 。

定义3 两决策成员意见的加权广义距离为 $d_{ij} = Q_{ij} \cdot |ij|$,
 $UML < (1 + \rho) m/2 < UML$
 $d_{ij} < (1 + \rho) m/2, DML < (1 + \rho) m/2 < UML$
 $DML < (1 + \rho) m/2 < DML$

当所有决策成员的地位不同时,如果 d_i 和 d_j 是2个地位较高的决策成员,或一个是地位很高的决策成员,另一个是地位较低的决策成员,则 $d_{ij} > Q_{ij}$;如果 d_i 和 d_j 是2个地位较低的决策成员,则 $d_{ij} < Q_{ij}$ 。即地位高的决策成员之间的意见分歧被相对放大一些,地位较低的决策成员之间的意见分歧被相对缩小一些。意见被放大或缩小的幅度有一定的限制,以免意见分歧被过分地放大或缩小。上、下限视具体问题和决策群体的人员构成情况而定,一般取 $UML = 1.5$, $DML = 0.5$ 。

定义4 设 $A + A_i$ 和 $D + D_i$ 分别为意见高度一致和意见严重分歧阈值,具体数值由领导者视具体问题和决策群体的人员构成情况而定, Q_A 和 Q_D 为相应的标准广义距离。 $P d_i, d_j D, i j$, 则规定意见高度一致判定函数和意见严重分歧函数分别为:

$$(i, j) = \begin{cases} 1, & d_{ij} \leq Q_A \\ 0, & d_{ij} > Q_A \end{cases}, (i, j) = \begin{cases} 1, & d_{ij} \leq Q_D \\ 0, & d_{ij} > Q_D \end{cases}$$

定义5 分别用 GC 和 GD 表示群体意见一致判定矩阵和分歧判定矩阵,则:

$$GC = \{gc_{ij}\}_{m \times m}, gc_{ij} = \begin{cases} (i, j), & i \neq j \\ 1, & i = j \end{cases};$$

$$GD = \{gd_{ij}\}_{m \times m}, gd_{ij} = \begin{cases} (i, j), & i \neq j \\ 0, & i = j \end{cases}$$

定义6 $P d_i D$, 分别把决策群体中与 d_i 意见高度一致和意见严重分歧的决策成员所占的比例称为个体意见一致指数 $IA^{(i)}$ 和个体意见分歧指数 $ID^{(i)}$, 定义如下:

$$IA^{(i)} = \frac{\sum_{j=1}^m (i, j)}{m-1}, ID^{(i)} = \frac{\sum_{j=1}^m (i, j)}{m-1}$$

定义7 分别把决策群体中意见高度一致和意见严重分歧的决策成员所占的比例称为群体一致指数 GAI 和群体分歧指数 GD , 定义如下:

$$GAI = \frac{\sum_{i=1}^m IA^{(i)}}{m}, GD = \frac{\sum_{i=1}^m ID^{(i)}}{m}$$

数据的一致性分析过程如图2所示。

2.2 群决策的过程 群决策过程大体分为评价准备、获取决策成员偏好数据和数据分析3个阶段。

2.2.1 评价准备。该阶段的主要任务是根据实际问题确定出决策方案。由这些决策方案构成决策备选对象集 $X = (x_1, x_2, \dots, x_n), n \geq 2$ 。

评价准备简单地说就是确定出决策备选对象,该阶段的工作是以后讨论的基础,因此必须在收集大量信息,并充分考虑各方面问题的基础上,由专家共同协商后,制定出较为科学的决策备选对象集。会不会出现小麦黑胚病及病的程度是由小麦的自身状态所决定的,因此该决策问题可以转化为对几种致病因素的评价。所以决策备选对象就是可能导

致小麦黑胚病的几种致病因素的集合。各专家可以根据计算结果,并结合各自的实际诊断经验,协商确定出决策备选对象集。

2.2.2 获取决策人偏好数据。该阶段就是决策群体成员分别利用自己认为有效的、熟悉的诊断方法(现场调查、目检和镜检)和分析方法(各种自然语言模糊量化方法),根据自己的经验,并借助现有的诊断专家系统给出基于决策备选对象集的诊断信息,即偏好数据。

在该阶段容易出现以下问题:决策群体成员在给出自己的诊断结果时,容易趋向于符合多数人的意见,或者屈从于群体中具有较高地位、声望和身份的决策成员的意见。为了避免这种现象的发生,应该要求每一个决策成员独立完成诊断工作,然后再进行群体协商。这样才能最大限度地发挥出每个人的智慧,真正达到集思广益的目的。

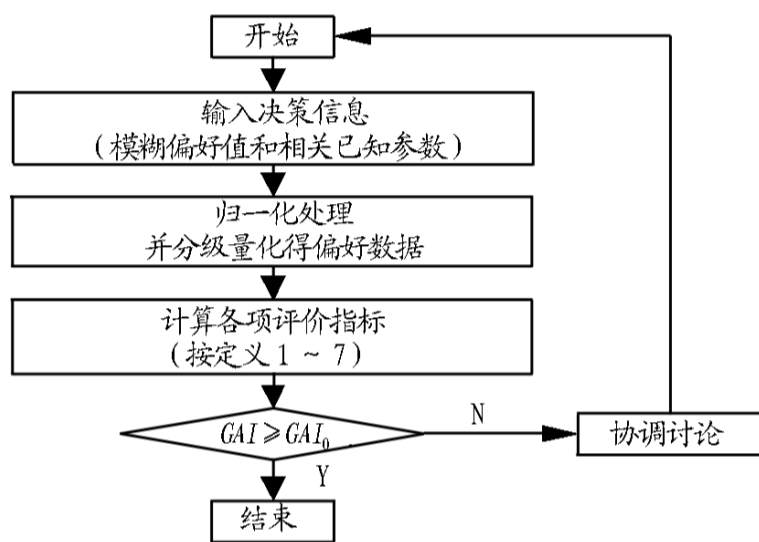


图2 一致性分析过程

2.2.3 数据的一致性分析。在获得了决策成员模糊偏好数据后,可以采用数据一致性分析方法对数据进行分析,获得群体意见的一致和分歧指标,指导群体进一步讨论,最终获得群体一致的决策结论。

表1 决策成员给出的原始偏好数据规范化结果

决策群成员	模糊偏好权重向量	排序次序向量
d_1	(0.160 0, 0.200 0, 0.320 0, 0.240 0)	(4, 3, 1, 2)
d_2	(0.192 3, 0.269 2, 0.346 2, 0.076 9)	(3, 2, 1, 5)
d_3	(0.250 0, 0.214 3, 0.321 4, 0.142 9)	(2, 3, 1, 4)
d_4	(0.125 0, 0.250 0, 0.333 3, 0.208 3)	(4, 2, 1, 3)
d_5	(0.125 0, 0.208 3, 0.291 7, 0.333 3)	(4, 3, 2, 1)
d_6	(0.266 7, 0.166 7, 0.200 0, 0.300 0)	(2, 4, 3, 1)

3 实例分析

某年遇到一个情况需要进行会诊,初诊是会发生黑胚病,但不能确诊。根据实际情况,会诊专家经过对小麦资料进行分析与讨论,确定决策备选对象集 $X = (x_1, x_2, x_3, x_4) =$ (播种量, 播种期, 施肥, 小麦品种抗病性), 并选择6个人组成决策群体 $D = \{d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6\}$, 所有决策成员的地位相同,权重均为1/6,当群体意见 $GAI \geq 0.5$ 时结束讨论。经过对相关资料的2轮讨论后,决策群体成员给出原始的偏好数据。

(1) 评价准备:根据实际情况,构成决策备选对象集。

(2) 获取决策人偏好数据并排序:决策成员给出原始的

部精确搜索的优点,克服了BP算法易陷入局部最小点、收敛速度慢的问题,同时预报因子与马尾松毛虫的危害情况之间并非单纯的线性关系,采用延拓均生函数序列和气象因子作为预报因子的GA-BP混合预报模型能够更充分地利用每一代马尾松毛虫的有虫面积、虫口密度、虫株率与各预报因子间相互关系的信息,使得有虫面积、虫口密度、虫株率的GA-BP混合模型的拟合精度和预测精度都得到进一步的提高。

(2) 尽管文中建立的GA-BP混合模型对马尾松毛虫发生量的预报取得了满意的效果,但由于马尾松毛虫的发生及变化是一个极其复杂的系统,同时由于缺少系统的食料、天敌、林相、植被等资料,人们对各种环境因子对马尾松毛虫综合影响的认识也不全面,因此在实践中还需对预报马尾松毛虫发生情况的各种数学模型加以不断的完善和提高,不能仅寄希望于一种数学模型。

参考文献

- [1] 陈昌洁. 松毛虫综合管理[M]. 北京: 中国林业出版社, 1990.
- [2] 薛贤清. 在马尾松毛虫测报中应用逐步回归电算方法的研究[J]. 林业科学, 1984, 20(1): 42-49.
- [3] 薛贤清, 冯晋臣, 张石新, 等. 马尾松毛虫定量测报的判别分析模型[J]. 南京林业大学学报: 自然科学版, 1982(1): 134-153.
- [4] 薛贤清, 杨么明, 史顺平, 等. 模糊聚类分析在林业害虫测报中应用的研究[J]. 广东林业科技, 1986(5): 1-5.
- [5] 江士玲, 金崇华. 微电脑在马尾松毛虫预测预报中的应用[J]. 森林病

- 虫通讯, 1986(3): 23-24.
- [6] 魏初奖, 庄晨辉, 谢大洋, 等. 福建省马尾松毛虫灾区区划及其应用[J]. 南京林业大学学报, 2002, 26(3): 35-39.
- [7] 陈绘画, 朱寿燕, 崔相富. 基于人工神经网络马尾松毛虫发生量预测模型的研究[J]. 林业科学研究, 2003, 16(2): 159-165.
- [8] 骆社周, 申维, 郑晖, 等. 基于GIS的松毛虫管理系统的设计与开发[J]. 江西农业大学学报, 2006, 28(2): 308-311.
- [9] 吴小红, 蒋星华. 优化BP神经网络在森林病虫害预测中的应用[J]. 现代电子技术, 2007, 30(1): 138-140.
- [10] 张爱兵, 陈建, 王正军, 等. BP网络模型和LOGIT模型在森林害虫测报上的应用初报——以安徽省潜山县马尾松毛虫为例[J]. 生态学报, 2001, 21(12): 2159-2165.
- [11] 陈绘画, 崔相富, 朱寿燕, 等. 马尾松毛虫发生量灰色系统模型的建立及其预报[J]. 东北林业大学学报, 2004, 32(4): 19-21.
- [12] 董振辉, 赵铁良, 阎峻, 等. 森林病虫害监测预报软件的开发及应用[J]. 中国森林病虫, 2002, 21(2): 6-9.
- [13] 焦李成. 神经网络系统理论[M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 1996: 1-36.
- [14] 袁曾任. 人工神经网络及其应用[M]. 北京: 清华大学出版社, 1999.
- [15] 吴简彤, 王建华. 神经网络技术及其应用[M]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 1998.
- [16] 原清, 贺新锋, 刘湘崇. 遗传算法和神经网络在导弹测试设备故障诊断中的应用研究[J]. 测试技术学报, 2002, 16(z1): 702-706.
- [17] 王小平, 曹立明. 遗传算法——理论、应用与软件实现[M]. 西安: 西安交通大学出版社, 2005.
- [18] 金龙. 神经网络气象预报建模理论与应用[M]. 北京: 气象出版社, 2004.
- [19] 许东, 吴铮. 基于MATLAB 6.x的系统分析与设计——神经网络[M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2002.
- [20] 蒋云彩, 万顷波. MATLAB遗传算法工具箱(GAOT)的应用[J]. 江西电力职业技术学院学报, 2004, 17(3): 42-44.

(上接第5547页)

偏好数据归一化后, 排序结果如表1所示。

(3) 数据的一致性分析。 计算决策群体成员的两两加权广义距离。由表1中的偏好数据和排序数据, 计算出决策群体间两成员意见加权广义距离 d_{ij} , 其中取排名次序权系数 $w_i = 0.7$, 权重向量夹角权系数 $\alpha = 0.3$ 。 判定矩阵生成。经群体协商, 取意见高度一致阈值为 $\lambda_A + \lambda_B = 0.8 + 10i$, $\lambda_D + \lambda_E = 1.6 + 15i$, 则标准广义距离分别为 $Q_A = 0.267$, $Q_D = 0.517$ 。群体意见一致判定矩阵GC和分歧判定矩阵GD为:

$$GC = \begin{matrix} & & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ & & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ & & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ & & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ & & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ & & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ & & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ & & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ & & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{matrix}; \quad GD = \begin{matrix} & & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ & & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ & & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ & & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ & & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ & & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ & & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ & & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ & & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{matrix}$$

结果分析。根据定义6计算出每个决策成员的个体意见一致指数 $IA^{(i)}$ 和个体意见分歧指数 $ID^{(i)}$, 如表2所示。最后根据定义7计算出群体意见一致指数 $GAI = 0.53$ 0.5 , 群体意见分歧指数 $GDI = 0.06$ 。

分析表2可以发现 $IA^* = 0.8$, $ID^* = 0.2$, 大部分人 d_1 、

d_3 和 d_5 意见相近。因此协调员应该引导群体围绕他们的意见继续讨论。 d_2 与 d_6 的意见与其他成员分歧度相对较大。因此, 协调员应向 d_2 与 d_6 进一步澄清各个备选对象的特点和评价标准, 并提醒 d_2 与 d_6 参考决策群体其他成员的意见。如果从群体中去掉 d_2 与 d_6 , 则 $GAI = 0.65$ 。群体意见明显一致, 会诊方案的最终结论是可能出现小麦黑胚病。

表2 决策成员意见的软评价指标

决策群成员	个体意见一致指数 $IA^{(i)}$	个体意见分歧指数 $ID^{(i)}$
d_1	0.6	0
d_2	0.4	0.2
d_3	0.6	0
d_4	0.8	0
d_5	0.6	0
d_6	0.2	0.2

参考文献

- [1] 马德英, 贾菊生, 羌松. 新疆小麦籽粒黑胚病及病原的致病性研究[J]. 新疆农业科学, 2004, 41(1): 38-40.
- [2] 张寿明, 李灿辉, 何慧龙, 等. 神经网络在马铃薯晚疫病长期预报中的应用研究[J]. 昆明理工大学学报理工版, 2004, 29(4): 25-27.
- [3] 孙茂林, 李树莲, 赵永昌, 等. 马铃薯晚疫病预测模型与预警技术研究进展[J]. 植物保护, 2004, 30(5): 36-38.
- [4] 代君丽, 李洪连. 河南省小麦黑胚病的发生与防治研究进展[J]. 植物保护, 2008, 26(10): 25-27.
- [5] 蒋文科, 陈丽萍, 张梅. 基于知识和数学模型的农业专家系统生成工具[J]. 计算机与农业, 2000, 1(2): 4-8.
- [6] 王会伟, 邢小萍, 袁虹霞, 等. 小麦品种(系)的黑胚病抗性评价[J]. 麦类作物学报, 2006, 26(3): 132-135.