

# 多目标预报系统的 Fuzzy 优选识别模型及其应用<sup>\*</sup>

丁世飞

(山东农业大学基础部, 山东泰安 271018)

**摘要** 对多目标预报系统的 Fuzzy 优选识别模型进行了分析和研究, 并建立了山东省曲阜市第二代棉铃虫发生量的 Fuzzy 优选识别模型。对历史资料进行回代验证, 其历史拟合率高达 91.67%。将 1994 年的观测数据作为独立样本进行试报, 预测结果与实际一致。

**关键词** 多目标系统 Fuzzy 优选 识别模型 预测预报

## Fuzzy Optimized Identification Model of Multi-Objective Forecasting System and Its Application

Ding Shifei

(Department of Basic Courses, Shandong Agricultural University, Taian 271018)

**Abstract** The fuzzy optimized identification model of multiobjective forecasting system was analysed and studied. After the historic pest data observed by the occurrence amount of the second generation of *Heliothis amigera* (Hubner) in Qufu, Shandong province during years of 1982~1993 was processed, a predictive model of Fuzzy optimal decision was set up. The coincidence rate of model forecast with historic data came to 91.67% in test. The forecasted results in 1994 is completely coincided with the actual occurrence of the crop pests.

**Keywords** multiobjective system; fuzzy optimal decision; identification model; forecasting

### 1 Fuzzy 优选识别模型

#### 1.1 组建单因子列联表

#### 1.2 建立 Fuzzy 优属度矩阵与 Fuzzy 权重集

在预报系统中, 设有  $m$  个预报因子组成系统的预报因子集  $U = \{u_1, u_2, \dots, u_m\}$ , 有  $n$  个待预报的方案组成系统的方案集  $V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ , 则预报因子特征值指标 Fuzzy 优属度矩阵为:

$$\tilde{R} = (\tilde{r}_{ij})_{m \times n} = \begin{bmatrix} \tilde{r}_{11} & \tilde{r}_{12} & \dots & \tilde{r}_{1n} \\ \tilde{r}_{21} & \tilde{r}_{22} & \dots & \tilde{r}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{r}_{m1} & \tilde{r}_{m2} & \dots & \tilde{r}_{mn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

其中  $\tilde{r}_{ij}$  为按因子集中第  $i$  个因子进行评判时, 方案集中第  $j$  个方案的因子特征值指标的优属度, 由列联比  $\theta_i$  归一化后构成。

$$\theta_i = \frac{n_{ki}}{n_{k \cdot}} + \frac{n_{ki}}{n_{\cdot i}} \quad (2)$$

<sup>\*</sup> 本文于 1997 年 3 月 24 日收到

权重集  $\tilde{W} = (\tilde{w}_1, \tilde{w}_2, \dots, \tilde{w}_m)$  为  $m$  个预报因子对预报方案的相对重要程度, 且满足  $0 < \tilde{w}_i < 1, \sum_{i=1}^m \tilde{w}_i = 1$ 。由列联系数  $C_i$  归一化后构成。

$$C_i = \sqrt{\frac{\chi^2}{n_{..} + \chi^2}} \tag{3}$$

$$\chi^2 = \left\{ \sum_{k=1}^a \sum_{l=1}^b \left( \frac{n_{kl}^2}{n_{k.} \times n_{.l}} \right) - 1 \right\} \times n_{..} \tag{4}$$

1.3 建立预报系统的相对最优方案

在预报系统中, 设有 Fuzzy 优属度矩阵(1), 若:

$$\tilde{G} = (\tilde{g}_1, \tilde{g}_2, \dots, \tilde{g}_m) = (\tilde{r}_{11} \quad \tilde{r}_{12} \quad \dots \quad \tilde{r}_{1n}, \tilde{r}_{21} \quad \tilde{r}_{22} \quad \dots \quad \tilde{r}_{2n}, \dots, \tilde{r}_{m1} \quad \tilde{r}_{m2} \quad \dots \quad \tilde{r}_{mn}) \tag{5}$$

则称  $\tilde{G}$  为系统的相对最优方案。

1.4 计算各方案与相对最优方案的贴近度

在预报系统中, 第  $j$  个方案  $\tilde{R}_j = (\tilde{r}_{1j}, \tilde{r}_{2j}, \dots, \tilde{r}_{mj})$  与最优方案  $\tilde{G} = (\tilde{g}_1, \tilde{g}_2, \dots, \tilde{g}_m)$  之间的贴近度为:

$$N(\tilde{R}_j, \tilde{G}) = 1 - \sum_{i=1}^m (\tilde{w}_i | \tilde{r}_{ij} - \tilde{g}_i |)^{\frac{1}{p}} \quad j = 1, 2, \dots, n \tag{6}$$

其中  $p$  为参数, 取正整数。

1.5 识别准则

在预报系统方案集  $V$  中, 若存在  $v_k$ , 使

$$N(\tilde{R}_k, \tilde{G}) = \max\{N(\tilde{R}_1, \tilde{G}), N(\tilde{R}_2, \tilde{G}), \dots, N(\tilde{R}_n, \tilde{G})\}$$

则识别第  $k$  个方案  $v_k$  为系统方案集中的最优预报方案<sup>[1-3]</sup>。

2 模型应用举例

2.1 材料来源

对山东省曲阜市植保站 1982~ 1993 年共 12 年的第二代棉铃虫系统观测资料, 运用逐步回归方法, 从 16 个因子中筛选出影响第二代棉铃虫发生量  $y$  (第二代百株累计卵量) 的主要因子是:

$x_1$ : 当年 4 月下旬平均气温( ) ( $r_{11} = 0.7459, p < 0.01$ );

$x_2$ : 第一代棉铃虫残虫量(头/667m<sup>2</sup>) ( $r_{22} = 0.9712, p < 0.01$ )

历年预报要素观测值详见文献[4]。

2.2 组建单因子列联表

据历年预报要素观测值, 采用不等距分级法, 将各预报要素分级, 具体标准见表 1, 依据表 1, 把原始数据变成分级值见表 2。根据表 2, 分别组建  $x_1$  和  $x_2$  列联表, 见表 3、4。

表 1 预报要素分级标准

级别	预报因子		预报对象
	$x_1$ ( )	$x_2$ (头/667m <sup>2</sup> )	$y$ (粒)
1	< 15.0	< 100	< 40
2	15.1~ 16.5	101~ 140	41~ 100
3	16.6~ 17.0	141~ 300	101~ 200
4	17.1~ 17.7	301~ 450	201~ 350
5	> 17.8	> 451	> 351

表 2 12 年的分级资料

因素	级 别											
	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
$x_1$	5	3	2	5	1	3	4	3	2	3	5	5
$x_2$	3	2	2	4	1	3	4	3	1	5	5	5
$y$	2	1	2	4	1	3	4	3	1	5	5	5

表 3  $x_1$  列联表

$x$ 级	$y$ 级					$n_{k \cdot}$	
	1	2	3	4	5		
$x_1$	1	1(1.00)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	1
	2	1(0.45)	1(0.55)	0(0)	0(0)	0(0)	2
	3	1(0.22)	0(0)	2(0.56)	0(0)	1(0.22)	4
	4	0(0)	0(0)	0(0)	1(1.00)	0(0)	1
	5	0(0)	1(0.28)	0(0)	1(0.28)	2(0.44)	4
$n \cdot 1$	3	2	2	2	3	12	

表 4  $x_2$  列联表

$x$ 级	$y$ 级					$n_{k \cdot}$	
	1	2	3	4	5		
$x_2$	1	2(1.00)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	2
	2	1(0.45)	1(0.55)	0(0)	0(0)	0(0)	2
	3	0(0)	1(0.33)	2(0.67)	0(0)	0(0)	3
	4	0(0)	0(0)	0(0)	2(1.00)	0(0)	2
	5	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	3(1.00)	3
$n \cdot 1$	3	2	2	2	3	12	

2.3 计算预报因子权重和优属度

将表 3、4 数据代入公式(2)得列联比, 归一化后得预报因子优属度  $\tilde{r}_{ij}$ , 见表 3、4 括号内。

再将表 3、4 数据代入公式(3)、(4), 把列联系数  $C_i$  归一化, 得到预报因子权重  $w_i$ , 见表 5。

2.4 预报效果检验

将表 2 中 1982~ 1993 年分级资料, 分别代入有关公式进行回报验证, 结果表明: 12 年中除 1982 年预报级别比实际级别高 1 级外, 其它年份均完全一致(见表 6), 其历史拟合率达 91.67%。

表 5 预报因子的列联系数与权重

项目	因 子	
	$x_1$	$x_2$
$\chi^2$	18.00	35.00
$C_i$	0.7746	0.8629
$w_i$	0.4730	0.5270

表 6 12 年回检结果

检验	年 份											
	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
预测级别	3	1	2	4	1	3	4	3	1	5	5	5
实际级别	2	1	2	4	1	3	4	3	1	5	5	5
评定	×	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√

## 2.5 预报应用

现以未参加 Fuzzy 优选识别模型运算的 1994 年观测资料为独立样本进行试报。已知 1994 年 4 月下旬平均气温 19.9℃, 第一代棉铃虫残虫量 302 头/667m<sup>2</sup>, 按分级标准  $x_1=5$  级,  $x_2=4$  级, 由  $x_1, x_2$  列联表, 列出特征值指标优属度矩阵:

$$\tilde{R} = \begin{bmatrix} 0 & 0.28 & 0 & 0.28 & 0.44 \\ 0 & 0 & 0 & 1.00 & 0 \end{bmatrix}$$

由公式(5)可得:

$$\tilde{G} = (0.44, 1.00)$$

又知各预报因子的权重:

$$\tilde{W} = (0.4730, 0.5270)$$

代入公式(6) (本文取  $p=1$ ) 得:

$$\begin{aligned} N(\tilde{R}_4, \tilde{G}) &= \max\{N(\tilde{R}_1, \tilde{G}), N(\tilde{R}_2, \tilde{G}), N(\tilde{R}_3, \tilde{G}), N(\tilde{R}_4, \tilde{G}), N(\tilde{R}_5, \tilde{G})\} \\ &= \max\{0.26488, 0.39732, 0.26488, 0.92432, 0.47300\} = 0.92432 \end{aligned}$$

由识别准则知, 第 4 个方案  $v_4$  为最优方案, 即预报 1994 年为 4 级, 而实际 1994 年第二代棉铃虫全代百株累计卵 340 粒, 按分级标准应为 4 级, 与实况吻合。

## 3 小结与讨论

1) 本文针对从有限个方案中选优或优选排序具有相对性, 以预报系统中相对最优方案取代模糊识别中的标准模式进行 Fuzzy 优选识别, 从而将权重模糊贴近度与模糊优选理论有机地结合起来, 得到一种新的 Fuzzy 优选识别模型。

2) 应用 Fuzzy 优选识别模型对第二代棉铃虫发生量进行了预报应用, 结果表明, 历史拟合率达 91.67%, 经独立样本试报, 结果与实况一致。

3) 该模型具有运算简便、识别能力高等优点, 容易在实践中加以推广使用。

## 参考文献

- 1 胡务义, 黄月清. 农业害虫发生动态的模糊识别. 植物保护学报, 1992, 19(1): 63~ 68
- 2 边肇祺. 模糊识别. 北京: 清华大学出版社, 1988, 63~ 70
- 3 肖位枢编著. 模糊数学基础及应用. 北京: 航空工业出版社, 1992, 60~ 66
- 4 靳桂芝, 张会孔, 杨振霞等. 二代棉铃虫发生量预报技术研究. 植物保护, 1995, 21(3): 30~ 32