

# 奶牛线性外貌评定专家系统的设计<sup>\*</sup>

杨印生<sup>①</sup> 张德骏  
(吉林工业大学)

**提 要** 介绍一个用于奶牛线性外貌评定的专家系统,其主要功能是借助于有关奶牛线性外貌评分标准和专家的评语,通过所谓的推理机制给出奶牛个体或成群的外貌体质评分,以提高评定工作的有效性和科学性。

**关键词** 奶牛外貌 线性评定 专家系统

## An Expert System Developed for Linear Classification of Cow Appearance

Yang Yinsheng Zhang Dejun

(Jilin University of Technology)

**Abstract** This paper presents an expert system (CALCS) developed for linear classification of cow appearance. On the basis of evaluation standards of linear classification and viewpoints of experts, CALCS can give concrete evaluated-values of cow appearance by means of the inference mechanism. The realization of CALCS shows that it is very effective and available.

**Key words** Cow appearance Linear classification Expert system

### 1 引 言

在奶牛群或奶牛个体生产效益分析中,不仅有投入各种饲料及产奶量等完全定量的指标,而且也有一些不确定性的定性指标。奶牛的体质外貌的好坏就是衡量奶牛生产管理是否符合“持续”效益标准和原则的一项主要因素。美国1983年开始实行奶牛线性外貌评定方法,已为全世界所接受。该方法是根据奶牛的生物学特点进行功能型外貌评定,即用线性尺度度量各性状表现的全过程。从这一方法来看,所评定的奶牛线性性状表现处于两极端向中介过渡状态,呈现出模糊性,因此使用这种方法不仅要依靠有效的数学模型,而且更重要的取决于评价者的智慧、经验、判断能力等主观因素。这种问题可以说是不良结构问题,而基于知识的专家系统正是以求解这类问题为其特征的。

为了实现奶牛外貌评定工作的计算机化,我们将专家系统技术与线性外貌评定方法结合,开发研制了一个用于奶牛线性外貌评定的专家系统(Linear Classification Expert System

收稿日期:1994-09-11

\* 国家教委博士学科点专项科研基金资助

① 杨印生,工学博士,副教授,长春市斯大林大街 吉林工业大学农机工程学院,130025

for Cow Appearance, 简记为 CALCS)。它可以借助于有关奶牛外貌评分标准和专家的评语, 通过所谓的推理机制给出奶牛个体或牛群的外貌体质评分。

该系统已在长春市示范奶牛场实现, 应用结果已证明了其有效性。

### 2 CALCS 的结构

与一般的专家系统一样, CALCS 也是由知识库、推理机和用户接口等几部分组成的, 其结构示意图如图 1。

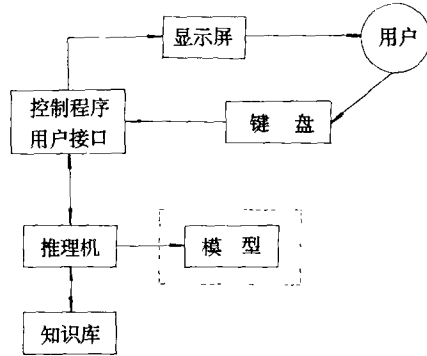


图 1 CALCS 的结构

### 3 知识库的设计

专家系统的核心是知识, 它是决定一个专家系统性能是否优越的主要因素, 针对 CALCS 的主要功能, 其知识主要包括:

- 奶牛体质外貌的评价因素
- 奶牛体质外貌的评分标准, 包括各主要性状的权重分配
- 专家针对本地区的情况对评分标准的认识等。

#### 3.1 知识的获取与综合集成

专家系统中的知识可分为共性知识和个性知识。CALCS 中的共性知识是当今国际上普遍推崇和采用的美国荷斯坦奶牛协会关于奶牛外貌评定标准, 其主要评价指标体系如图

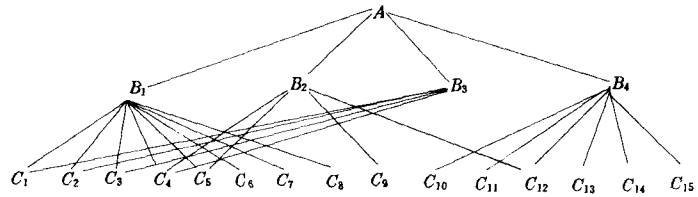


图 2 奶牛外貌评价层次结构示意图

2 所示, 具体评价知识规则详见文献[2]。其中 A 代表奶牛总体体质外貌水平, B<sub>1</sub>、B<sub>2</sub>、B<sub>3</sub>、B<sub>4</sub> 分别代表一般外貌、乳用特征、体躯容积及乳器四个主要性状, 而 C<sub>i</sub> (i=1, 2, ..., 15) 则分别表示第三层的 15 个性状, 即体高、强壮度、体深、尻长、尻宽、尻角度、后肢侧视、蹄角度、楞角、前房附着、后房高度、后房宽度、乳房悬垂、乳房深度、乳房后视。

由于各地区的地理位置, 气候状况等环境因素不同, 所以各地的奶牛饲养情况不尽一样。这意味着各地区在使用上述评分规则时, 各性状的相对权重可能会有一定的差异。为此, 我们聘请了省内一些奶牛专家针对东北地区奶牛的性状评定在权重分配问题上予以咨询。根据专家咨询的结果, 我们使用层次分析法(AHP)<sup>[6]</sup>对专家的判断进行了综合集成, 最后得到了奶牛体质外貌评定过程中各性状的合理权重分配。具体集成方法及结果如下:

根据 AHP 的判断矩阵的确定办法, 在专家判断的基础上, 给出相对于每个性状因素的较好的判断矩阵。通过 AHP 方法的计算得到:

A 的单项权重为  $(B_1, B_2, B_3, B_4) = (0.3, 0.2, 0.2, 0.3)$

B<sub>1</sub> 的单项权重为  $(C_1, C_2, C_3, C_4, C_5, C_6, C_7, C_8) = (0.2, 0.1, 0.1, 0.2, 0.1, 0.1, 0.1, 0.1)$

B<sub>2</sub> 的单项权重为  $(C_4, C_5, C_9, C_{12}) = (0.2, 0.2, 0.5, 0.1)$

B<sub>3</sub> 的单项权重为  $(C_1, C_2, C_3, C_4, C_5) = (0.2, 0.1, 0.3, 0.2, 0.2)$

$B_4$  的单项权重为  $(C_{10}, C_{11}, C_{12}, C_{13}, C_{14}, C_{15}) = (0.2, 0.2, 0.2, 0.1, 0.2, 0.1)$

而第三层 15 个性状的组合权重为

$(0.1, 0.05, 0.09, 0.14, 0.11, 0.03, 0.03, 0.03, 0.1, 0.06, 0.06, 0.08, 0.03, 0.06, 0.03)$

随机一致性指标

$$CR = 1.25551901768624D - 13 < 0.1$$

### 3.2 知识表示

在专家系统中知识只有适当的表示,才方便知识的运用以及在计算机中存储、检索和修改。因此,研究设计知识的特点,采用适当的知识表示方法是非常重要的。

在知识表示的工具上,我们使用当今一种令人鼓舞的高级基于编译的人工智能语言——Turbo-Prolog。这是一种陈述性语言,其最大特点是 Prolog 有内部进行匹配和执行有关操作的机制——内部合一程序,而且与 Turbo-C 语言有着良好的接口。

用 Prolog 语言进行知识表示,有两种方法。一种是事实和数据(事实性知识)分类,放在 Prolog 规则中,这是基于规则的表示方法;另一种方法是把事实和数据构成子句,形成子句知识库,这种子句表示是基于逻辑的表示方法。

基于规划的表示法,由于产生式规则是放在程序中的,因此程序的规模将随着规则的增加而增长,最终可用存储区的大小限制规则数。而基本逻辑的表示法,是把知识库放在磁盘文件中,无需考虑知识库大小的限制,所以 CALCS 中的知识规则将采用基于逻辑的表示法。

现以体高这一性状的评分规则为例,说明一个简单的表示方法:

topic (“体高”)

rule (1,“体高”,45,[1])	cond (1,“很高”)
rule (2,“体高”,35,[2])	cond (2,“高”)
rule (3,“体高”,25,[3])	cond (3,“140 cm”)
rule (4,“体高”,15,[4])	cond (4,“矮”)
rule (5,“体高”,5,[5])	cond (5,“很矮”)

这一分数知识表示由题目(topic)、规则(rule)和条件(cond)三种子句组成,在 topic 句子中的“体高”表示要评定的部门;在 rule 子句中,第一个对象代表规则的序号,第二个对象代表评定部位的名称,第三个对象代表评判的分数,第四个对象为条件表,给出了 cond 子句中所代表的各种分数条件编号;在 cond 子句中,条件编号是为跟踪规则子句的选择编的,在 rule 中的规则编号是推理时访问分数知识库使用的。

基于逻辑的分数规则表示,使系统易于设计、开发和维护,因为不断扩展分数规则,并不需要修改程序,只要添加新的子句,且这种添加可以逐步进行。

## 4 推理机的设计

推理是指从已有事实推出新事实(或称结论)的过程,是一种证明在一系列假设中隐含结论的系统化方法,是知识的正确选择和综合运用。在 CALCS 中,我们首先设计了基于 Turbo-Prolog 内部合一特点的推理机,它可以借助于用户对奶牛个体体质外貌各性状的有关信息来推出各性状的分数。在此基础上,还设计了一个 Fuzzy 变换器,它可以将推理机得到的分数通过一系列的 Fuzzy 变换转换成对奶牛个体整体外貌综合评定的语言真值。因此,带有

Fuzzy 变换器的推理系统可以实现对奶牛外貌评定的定性推理与定量计算的综合集成,其结构功能如图 3。

#### 4.1 Turbo—Prolog 的内部合一

推理是通过搜索和模式匹配来完成的,在 Prolog 中,这些任务由内部合一子程序来实现,用户仅需要按 Prolog 规定描述所需的说明,即能自动完成任务。

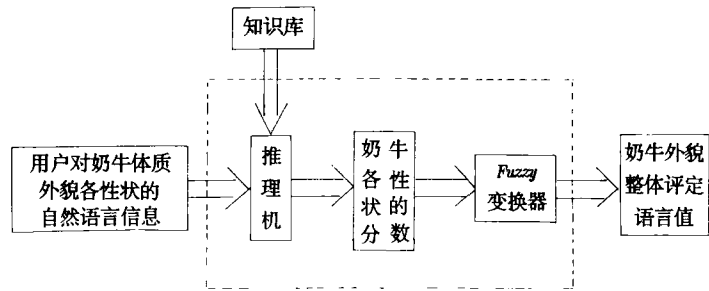


图 3 CALCS 的推理机制

在基于逻辑的分数知识表示中,用户的问题都是根据适合系统逻辑来回答的,用户的询问被转换成与分数库规则中相应部分相匹配的形式,然后搜索分数库,直至与分数库的某一子句相匹配为止,并同时给出评判性状的分数。下面是推理语句中的一个简单例子:

comput-A(C1,A);-, cond 1=C 1, rule(-,“体高”,A,[cond 1]),!,

#### 4.2 Fuzzy 变换器的构成原理

Fuzzy 变换器实际上就是一个 Fuzzy 关系矩阵。设参加评定的奶牛个体数  $n$ ,则 Fuzzy 变换  $R$  即一个  $15 \times n$  阶的 Fuzzy 矩阵  $R = (r_{ij})_{15 \times n}$ ,工作原理是:首先将奶牛个体的线性评分(由推理机输出)转化为对各性状的隶属度,即求出  $r_{ij}$ ,然后作 15 个性状的组合权重矩阵。

$$A = (a_1, a_2, \dots, a_{15})$$

与  $R$  合成,即

$$B = A \cdot R = (b_1, b_2, \dots, b_n)$$

其中  $b_j = \sum_{i=1}^{15} a_i \cdot r_{ij}$ ,即为第  $j$  个个体奶牛的评价定量值,根据其大小按下列规则即可得到奶牛体质外貌水平的语言值:

I, 优(EX), 0.9~1.0; II, 良(VG), 0.85~0.89; III, 佳(GP), 0.8~0.84; IV, 好(G), 0.75~0.79; V, 中(F), 0.65~0.74; VI, 差(P), 0.64 以下。

关于  $r_{ij}$  的具体计算方法可参见文献[3],其主要步骤是:先将推理机给出的各性状的线性评分转换成百分隶属度。其中强壮度、尻长、尻宽、楞角、前房附着、后房高度、后房宽度、乳房悬垂等 8 个性状的线性评分加 50 分即可。体高、体深、尻角度、后肢侧视、蹄角度、乳房深度、乳房后视等 7 个性状,则以其两极端间连线上的最佳表现作为最大百分隶属度,并将其其它不同表现通过调整回归获得相应的百分隶属度。然后,再通过适当公式将百分隶属度转化为各性状评分,从而得  $r_{ij}$ 。

### 5 CALCS 的用户接口

用户接口的设计对于一个专家系统来说是非常重要的,它在用户和系统之间提供双向联络,它寻求用户有关问题的信息,并将其提供给推理机。Turbo—Prolog 提供了几个有用的谓词。如 make window, shift window, remove window 等可用于专家系统的用户接口设计,从而可以设计出尽可能好的窗口。在 CALCS 中,我们使用了上述谓词不仅创建了多个窗口,而

且实现了多个窗口之间的转移和重叠,从而形成了几组美观的弹出式卡片,用户只要按照从下到上,从左到右的顺序即可实现对各个性状评定卡片的回答选择。当前窗口从屏幕上消去,下一个窗口即明显可见。若消去了最后一个窗口,则屏幕又回到建立窗口之前的显示。

下面一段程序是窗口设计的一个例程,它实现了 CALCS 的第一个窗口画面动画显示:

```
run_file; —
    make window (1,7,7,“奶牛外貌评定”,0,0,20,80),
    make window (2,7,7,“,19,0,6,80),
    write(“\n\t PRESS ANY KEY TO CONTINUE...”),
    read char (~),
    clear window,
    show—menu,
    shift window (2)
    write (“\n\t #w GOOD BYE!      # #\n\t\t PRESS the SPACE BAR”),
    read char(-),
    exit
```

## 6 系统的实现与结论

以 CALCS 已在 AST-28 机上实现并在长春市示范奶牛场的奶牛线性外貌评定工作中得到成功的应用,其结论如下:

1) 使用 CALCS 进行奶牛线性外貌评定工作,不仅效率高,而且很准确,大大提高了工作的有效性和科学性。

2) CALCS 既可综合评估奶牛整体外貌完善程度,也可进行主指标部位评分,乃至衡量各性状得分,从而明确所测奶牛功能体型现存的优劣所在,为今后牛群的体型改良指明方向。

3) CALCS 有着良好的用户界面,评价过程全部采用菜单技术设计,用户只需按人机对话方式运行,既灵活又方便。

4) CALCS 的开发在国内尚属首次,还只是初步的,该系统的结构、用户接口以及商品化设计还需进一步深入,其应用也需进一步推广。

### 参 考 文 献

- 1 张献礼等. 实用奶牛技术. 南京: 南京大学出版社, 1992
- 2 吉林省奶牛协会印. 奶牛外貌评定方法. 1988. 5
- 3 王新华等. 奶牛线性外貌综合评判的探讨. 中国奶牛, 1992, (1): 34~37
- 4 吴信东. 专家系统设计. 合肥: 中国科技大学出版社, 1990
- 5 陈兆乾等. Turbo Prolog 程序设计. 南京大学出版社, 1990
- 6 赵焕臣等. 层次分析法. 北京: 科学出版社, 1986