

四川境内成昆铁路 泥石流预测预报专家系统

赵 玲

(兰州大学 计 算 中 心)

提 要 四川境内成昆铁路泥石流预测预报专家系统,是根据该线泥石流数据库中有关泥石流沟谷的属性,基于产生式规则,按照一定的推理网络自动进行泥石流预测预报的。整个系统采用模块化程序设计,包括数据库、知识库、推理机、知识获取、解释、人机接口6个模块,使用 Turbo PROLOG 语言,在 IBM-PC/XT 286 机上实现。

关键词 泥石流 预测预报 专家系统

专家系统一般指计算机专家咨询系统。它是具有大量专门知识的程序系统。专家系统在解决非结构化的难以用精确的数学模型来表达的问题方面有独到而突出的作用。

四川境内成昆铁路泥石流预测预报专家系统,借鉴了已实用化的专家系统的构造方法,结合泥石流专家提供的知识,对四川境内成昆铁路泥石流开展预测预报探索工作,期望通过这一工作,使泥石流预测预报逐渐走向实用化。

一、泥石流预测预报专家系统介绍

1. 四川境内成昆铁路泥石流预测预报模型

对泥石流沟谷而言,要暴发泥石流必须具备:1)充足的松散碎屑物质;2)丰富的水体补给来源。

一个流域的松散碎屑物质能否满足暴发一次泥石流的需要,可用式

$$\text{比值} = \text{碎屑物聚集总量} / \text{暴发泥石流的碎屑物量最低标准}$$

来判别。若比值 < 1 , 不满足;若比值 ≥ 1 , 满足。

暴发泥石流的降水量标准为日雨量 ≥ 50 毫米。

2. 系统的总体设计

该系统的建造过程采用模块化设计技术,分为数据库、知识库、推理机、知识获取、解释、人机接口6个模块。

其中

1)数据库:由泥石流信息库支持,包括367条泥石流沟谷的41种信息。

2)知识库:泥石流预测预报模型的规则。

3)推理机:引导系统完成泥石流沟谷数据、事实与规则相匹配的形成过程。

4)知识获取与维护:是该系统的学习机制,专家与用户根据实际情况,修改、补充和完

善知识库的规则。

5)解释:证实该系统的推理过程。

6)人机接口:以菜单方式、文字方式。

该系统的推理机采用正向推理和反向推理相结合的方式,主体用 Turbo PROLOG 语言完成,泥石流信息库由 dBASE III 完成,在 IBM-PC/XT 286 机上实现。

二、系统的主要组成与功能

1. 泥石流数据库

泥石流信息库包括 367 条沟谷的 41 种信息,如:序号、沟名、行政区位置、水系、泥石流性质等。经整理加工成该预测预报系统所需的 11 种信息,作为该系统的数据库。

2. 知识库

专家系统的知识库是指存放有关某一问题的信息和规则的数据库。为讨论方便,这里定义以下两个概念。

客体:由一些相关的规则定义的结论。

属性:与规则一起,用于定义客体的特性。

这里把知识库可看成是客体组成的表,这些客体带有相应的规则和属性。例如地层划分有如下知识库:

客 体	规则	属 性
元古界	具有	地层影响系数 1.3
古生界	具有	地层影响系数 1.2
中生界	具有	地层影响系数 1.1
新生界	具有	地层影响系数 1.0

泥石流预测预报专家系统的知识分为三层:1)底层规则;2)中层规则;3)顶层规则。

各层知识均可表示成式

$$\text{LHS} \rightarrow \text{RHS},$$

其中 LHS 表示规则的左端,即规则的前提条件(假设部分);RHS 表示规则的右端,即规则的结论(行为)部分。

该系统采用产生式规则形式做为知识表达方式。

3. 推理机

推理机相当于推理规则的集合,是专家系统的一部分,它用提供的信息来找与之相匹配的客体。性能良好的推理机必须能够准确高效地运用领域知识,解决有关问题,必须支持领域知识表达,充分考虑领域问题的求解特点,深入分析领域知识的使用过程和方式。推理机采用正反两向推理相结合的方式,由泥石流沟道的属性来预测预报泥石流。系统从泥石流信息库中或从用户那里,取得预测预报的有关信息,同系统内存储的模型相比较,并对泥石流暴发的可能性作出预测预报。推理机推理形式可分为咨询式和隐含式两种。

1)咨询式是用户与系统进行人机对话,系统可根据向用户征集到的信息,进行某一沟

谷的泥石流预测预报。这一过程是系统根据知识库的规则网络顺序,由屏幕菜单提问,直到所有信息都获得后,得到该条沟泥石流的预测预报结果。

2)隐含式是在泥石流信息库支持下所作的预测预报。系统内所需知识是由泥石流信息库提供的,可自动给出某一条沟谷的预测预报情况。

以下给出该系统的推理网络,其中

〈地质因素〉::=(AND〈岩性〉〈构造〉〈地层〉)

〈岩性〉::=(OR〈坚硬〉〈半硬〉〈软弱〉)

〈坚硬〉::= < 0.20

〈半硬〉::= $0.20-0.25$

〈软弱〉::= > 0.25

〈构造〉::=(OR〈强〉〈中〉〈弱〉)

〈强〉::= > 1.4

〈中〉::= $1.2-1.4$

〈弱〉::= $1.0-1.2$

〈地层〉::=(OR〈元古界〉〈古生界〉〈中生界〉〈新生界〉)

〈元古界〉::= > 1.3

〈古生界〉::= $1.2-1.3$

〈中生界〉::= $1.1-1.2$

〈新生界〉::= $1.0-1.1$

〈初值〉::=(OR〈碎屑物积累量初值〉〈碎屑物聚集体初值〉)

〈碎屑物积累量初值〉::=(OR〈 $1.5-2.0$ 〉〈 $1.3-1.8$ 〉〈 $1.1-1.6$ 〉〈 $0.9-1.4$ 〉〈 $0.7-1.2$ 〉)

〈流域面积 1〉::=(OR〈 $> 0.8\%$ 〉〈 $0.7-0.8\%$ 〉〈 $0.6-0.7\%$ 〉〈 $0.5-0.6\%$ 〉〈 $0.4-0.5\%$ 〉〈 $0.3-0.4\%$ 〉)

〈发育阶段〉::=(OR〈活跃〉〈发展〉〈衰退〉)

〈活跃〉::= $0.9-1.1$

〈发展〉::= $1.1-1.6$

〈衰退〉::= $0.4-0.9$

〈流域面积 2〉::=(OR〈 > 300 〉〈 $270-300$ 〉〈 $240-270$ 〉〈 $210-240$ 〉〈 $180-210$ 〉)

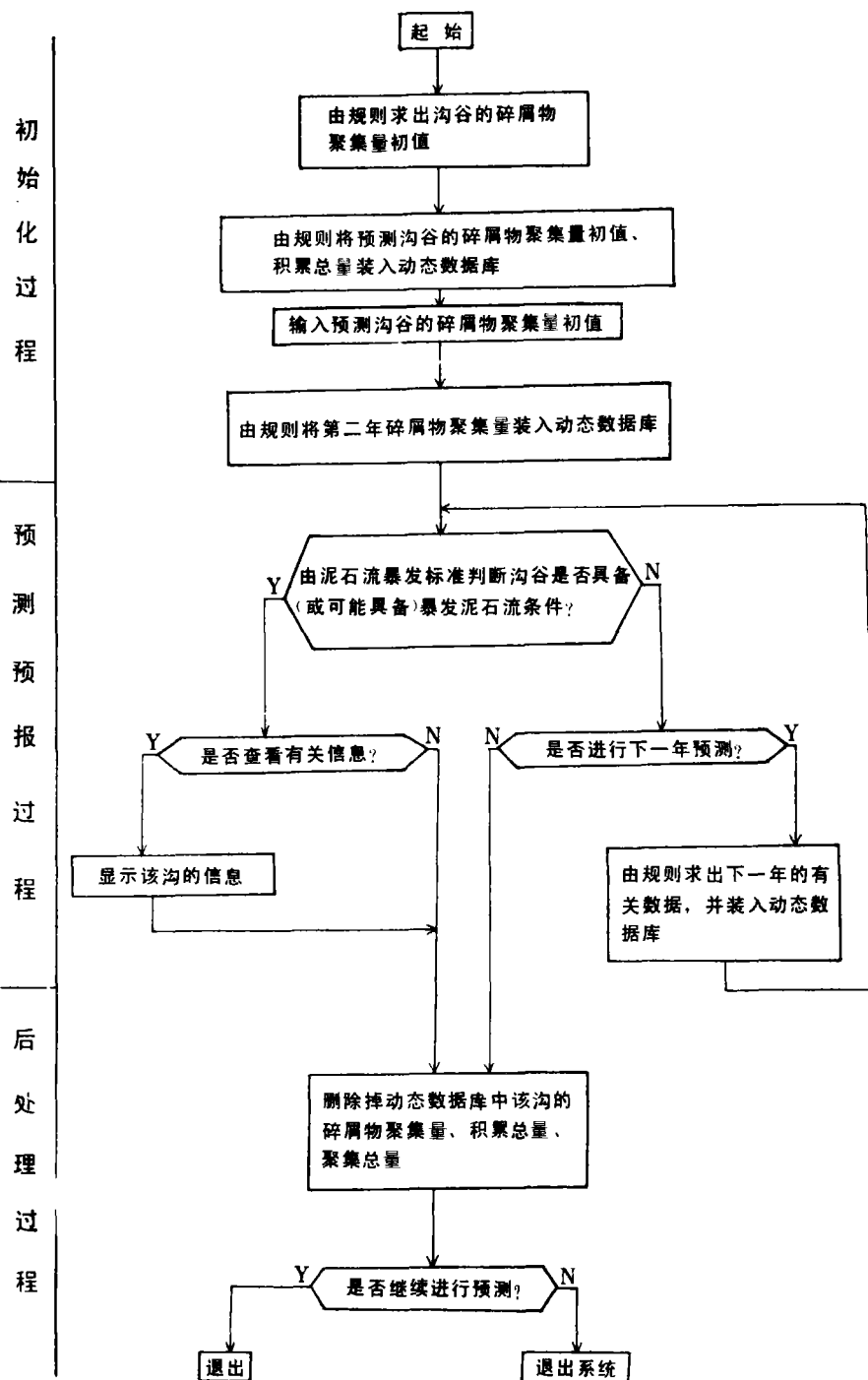
〈沟床比降 1〉::=(OR〈 $1.00-1.05$ 〉〈 $1.05-1.10$ 〉〈 $1.10-1.15$ 〉〈 $1.15-1.20$ 〉〈 $1.20-1.25$ 〉〈 > 1.25 〉)

〈流域面积 3〉::=(OR〈 1.0 万— 1.2 万〉〈 1.1 万— 1.5 万〉〈 1.4 万— 1.8 万〉〈 1.7 万— 2.1 万〉〈 1.9 万— 2.4 万〉)

〈沟床比降 2〉::=(OR〈 > 1.10 〉〈 $1.05-1.10$ 〉〈 $1.00-1.05$ 〉〈 $0.95-1.00$ 〉〈 $0.90-0.95$ 〉)

〈日雨量标准〉::= 50

预测预报程序如附图所示。



附图 四川境内成昆铁路泥石流预测预报过程

Figure The processes of preestimate and forecast of debris flows along Chengdu—Kunming Railway in Sichuan Province

EXPERT SYSTEM OF PREESTIMATE AND FORECAST OF DEBRIS FLOWS ALONG CHENGDU—KUNMING RAILWAY IN SICHUAN PROVINCE

Zhao Ling

(*Lanzhou University*)

Abstract

The expert system of debris flow preestimate and forecast along Chengdu—Kunming Railway in Sichuan Province uses the constitution method of the practical expert system and made preestimate and forecast for debris flows along Chengdu—Kunming Railway in Sichuan based on the experiament of debris flow expert.

According to the preestimate and forecast model of debris flows in this area, the system completed on microcomputer of IBM-PC/XT 286 in Turbo PROLOG language by the modelation program technique in 6 modules of data-base, knowledge base, inference computer, knowledge retrieral, interpratation and entry.

41 informations of 367 gullies in the data-base of debris flow, as a systematic data-base, have been processed into 11 informations. Knowledge base is a list consisting of revative knowledges and attribute objects. The knowledges may be presented on LHS → RHS. LHS presents regular premise conditions; RHS presents regular conditions. The logical computer is the collective of inference rules. It looks for matching object with provided informations. This system can make predict of the occurrence of debris flow based on inference both positive and negative. The inference patterns include consulting and impliciting.

The forecast may be divided into three processes: beginning, forecasting and after processing.

Key words debris flow, preestimate and forecast, expert system